



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

TESIS DOCTORAL

DISEÑO DE EQUIPO COMPACTO PARA LA
OPTIMIZACIÓN DE TRABAJOS Y LA MINIMIZACIÓN
DE RIESGOS EN EL INTERIOR DE ESPACIOS
CONFINADOS (EECC)

“COMPACT DESIGN FOR OPTIMIZING AND MINIMIZING
WORK HAZARDS WITHIN CONFINED SPACES (ECCE)”

AUTOR

D. PABLO JOSÉ MARJALIZO CERRATO
MASTER POR LA UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

DIRECTORES

D^a. M^a DEL PILAR CARRANZA CAÑADAS
DOCTORA POR LA UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

D. JOSÉ TEJERO MANZANARES
DOCTOR POR LA UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

PRESENTADA PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
DOCTOR POR LA UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

CÓRDOBA, JULIO DE 2014

TITULO: *DISEÑO DE EQUIPO COMPACTO PARA OPTIMIZACIÓN DE TRABAJOS Y LA MINIMIZACIÓN DE RIESGOS EN EL INTERIOR DE ESPACIOS CONFINADOS (EECC)*

AUTOR: *Pablo Jose Marjalizo Cerrato*

© Edita: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. 2014
Campus de Rabanales
Ctra. Nacional IV, Km. 396 A
14071 Córdoba

www.uco.es/publicaciones
publicaciones@uco.es



TÍTULO DE LA TESIS: DISEÑO DE EQUIPO COMPACTO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TRABAJOS Y LA MINIMIZACIÓN DE RIESGOS EN EL INTERIOR DE ESPACIOS CONFINADOS (EECC)

DOCTORANDO/A: Pablo José Marjalizo Cerrato

INFORME RAZONADO DE LOS DIRECTORES DE LA TESIS

(se hará mención a la evolución y desarrollo de la tesis, así como a trabajos y publicaciones derivados de la misma).

María del Pilar Carranza Cañadas y José Tejero Manzanares como directores de la tesis “**DISEÑO DE EQUIPO COMPACTO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TRABAJOS Y LA MINIMIZACIÓN DE RIESGOS EN EL INTERIOR DE ESPACIOS CONFINADOS (EECC)**” realizada por **Pablo José Marjalizo Cerrato**,

INFORMAN:

Que dicha tesis ha sido realizada bajo nuestra dirección.

Que ha consistido en estudiar y analizar la metodología empleada para una intervención en el interior de un espacio confinado (EC). Un punto de especial importancia ha sido conocer y examinar, en primera persona, las tareas que, hoy día, se aplican en la preparación de todos los equipos, dispositivos, herramientas, equipos de protección individual (EPPPII), vehículos y, en general, todo aquello necesario para acceder a realizar una faena en estos lugares de trabajo. Así mismo, se ha examinado a fondo cómo se llevan diariamente las tareas relacionadas con los trabajos en espacios confinados (EECC), tanto en sus preliminares como en su desarrollo. Para ello, ha resultado determinante comprobar estas tareas de primera mano y, así, comprender cómo se ha ido construyendo el perfil profesional de este nuevo especialista que pone en riesgo su vida cada vez que realiza una intervención, ya que son muchos los factores que influyen, tanto de manera directa como indirecta, en la realización de este tipo de labores tan complicadas y limitadas.

Que, además, su objetivo máximo ha sido el diseño de un equipo compacto para la mejora de los trabajos en EECC. El proceso de labores en el interior de espacios confinados añade un elemento de calidad en las tareas a ejecutar, puesto que son muchos los medios de los que se suele disponer para interactuar con ellos en función de la necesidad, garantizando así una mejoría en la seguridad en el trabajo, la higiene industrial y la ergonomía y psicología de los trabajadores.

Que derivado de esta Tesis, el trabajo "Equipo de intervención, salvamento y rescate en el interior de espacios confinados (EECC)" fue publicado en la Dyna, en el Volumen 2, (pág 216-224), año 2013.

Que derivado del trabajo realizado en el desarrollo de esta Tesis, ha sido patentado el Modelo de Utilidad "Equipo de salvamento" con número de solicitud 201231111 y número de publicación ES1078145, título expedido con fecha de expedición 23/07/2013.

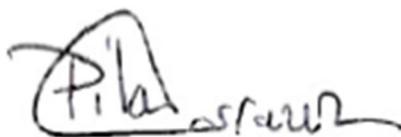
Que consideramos que el trabajo realizado cumple con los requisitos necesarios para su presentación y lectura.

Que tanto la metodología como el trabajo de investigación, las conclusiones y resultados son satisfactorios.

Por todo ello, se autoriza la presentación de la tesis doctoral.

Córdoba, a 4 de JULIO DE 2014

Firma de los directores



Fdo.: MARÍA DEL PILAR CARRANZA CAÑADAS



Fdo.: JOSÉ TEJERO MANZANARES

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	13
RESUMEN DE LA TESIS DOCTORAL.....	17
PHD DISSERTATION ABSTRACT	21
1. INTRODUCCIÓN	25
2. OBJETIVOS.....	33
3. ANTECEDENTES	37
3.1. Experiencia y problemática en trabajos en el interior de espacios confinados (EECC). ...	39
3.1.1. Generalidades	39
3.1.2. Gases tóxicos más comunes en los EECC	46
3.1.3. Riesgos específicos.....	50
3.1.3.1. Introducción.....	49
3.1.3.2. Incendio y explosión	49
3.1.3.2.1. Causas que pueden originar una atmósfera inflamable o explosiva	50
3.1.3.3. Intoxicación.....	52
3.1.3.3.1. Causas de la aparición de atmósferas tóxicas	52
3.1.3.4. Asfixia.....	53
3.1.3.3.1. Causas más frecuentes por asfixia.....	53
3.2. Recomendaciones del Consejo Español de Resucitación Cardiopulmonar (CERCP) sobre el uso del Desfibrilador Externo Automático (DEA).	56
3.2.1. Generalidades	56
3.2.2. Personal capacitado para el uso de un DEA.....	58
3.2.3. Programa de formación	59
3.2.3.1. Instalación de dispositivos DEA	62
3.3. Guía de Resucitación Cardiopulmonar (RCP) del (ERC)	64
3.3.1. Introducción	64
3.3.2. Circunstancias de referencia.	64
3.3.2.1. La cadena de supervivencia	66
3.3.3. Soporte vital básico (SVA).	69
3.3.3.1. Llamada a servicios médicos, Resucitación Cardio-Pulmonar (RCP) practicada por testigos.	71

3.3.3.2. SVA y reanimación.	72
3.3.3.3. Pasos del uso del SVA.	73
3.3.3.4. Riesgos para el reanimador	84
3.3.3.5. Compresiones torácicas	88
3.3.3.6. Relación ventilación-compresión.....	89
3.3.4. <i>Desfibrilador externo automático</i>	98
3.3.5. <i>Única descarga y secuencia de 3 descargas</i>	104
3.3.6. <i>Morfología de la onda y niveles de energía</i>	105
4. METODOLOGÍA.....	111
4.1. Introducción	113
4.2. Diseño de la investigación.....	116
4.2.1. <i>Generalidades</i>	116
4.2.2. <i>Etapas de la investigación</i>	118
4.2.3. <i>La recogida de información</i>	126
4.3. El acceso a EECC.	128
4.3.1. <i>La experiencia en la recogida de información</i>	128
4.3.2. <i>La redacción del informe de la investigación</i>	130
4.3.3. <i>El tratamiento de los datos</i>	131
4.3.4. <i>El proceso de categorización</i>	132
4.3.4.1. <i>Introducción</i>	132
4.3.4.2. <i>Resumen de procesos a llevar a cabo para el acceso a EECC</i>	133
4.3.5. <i>El proceso de triangulación</i>	135
4.3.6. <i>Criterios para la elaboración de datos y consecuencias</i>	136
4.3.7. <i>Categorización</i>	137
4.3.7.1. <i>Introducción</i>	137
4.3.7.2. <i>Entrevistas y charlas</i>	139
4.3.8. <i>Relación de tiempos empleados para acceder a los EECC</i>	148
4.3.8.1. <i>Vaciar la furgoneta de equipos y herramientas</i>	148
4.3.8.2. <i>Colocar los equipos en lugar accesible</i>	149
4.3.8.3. <i>Resumen de tiempos</i>	150
4.3.9. <i>Disponer de medios humanos y dispositivos necesarios</i>	152
4.3.9.1. <i>Disponer de un recurso preventivo</i>	152
4.3.9.2. <i>Vehículos a utilizar</i>	152
4.3.9.3. <i>Necesidad de camión de saneamiento o grúa</i>	152

4.3.9.4. Generador eléctrico.....	157
4.3.9.5. Iluminación de seguridad.....	159
4.3.9.6. Escaleras portátiles.....	159
4.3.9.7. Equipos de respiración autónoma (ERA).....	162
4.3.9.8. Máscara buco facial.....	167
4.3.9.9. Casco de protección.....	172
4.3.9.10. Cascos auditivos.....	173
4.3.9.11. Prendas adecuadas y botas de goma.....	174
4.3.9.12. Guantes de goma.....	175
4.3.9.13. Arnés.....	177
4.3.9.14. Cuerda de vida.....	179
4.3.9.15. Trípode de rescate.....	182
4.3.9.16. Medidor de gases.....	183
4.3.9.17. Herramientas de mano.....	187
4.3.10. Comprobar el buen estado de los equipos.....	188
4.3.11. Preparar todos los equipos.....	191
4.3.12. Preparar a los operarios.....	191
4.3.13. Desplazamiento al espacio confinado.....	193
4.3.14. Cumplimentar el permiso de EECC.....	194
4.3.15. Disponer de un operario como recurso preventivo.....	196
4.3.16. Descargar dispositivos y equipos necesarios.....	197
4.3.17. Señalizar y balizar la zona a trabajar.....	197
4.3.18. Uso del generador eléctrico.....	199
4.3.19. Uso del ventilador y extractor.....	199
4.3.20. Medición de gases en continuo.....	200
4.3.21. Escalera de acceso al EC.....	202
4.3.22. Trípode de rescate.....	204
4.3.23. Acceso al espacio confinado.....	208
4.3.24. Trabajo en el interior del espacio confinado.....	210
4.3.25. Recoger elementos y dispositivos utilizados.....	213
5. RESULTADOS	215
5.1. Descripción del equipo compacto.....	217
5.1.1. Introducción	217

5.1.2. Remolque	218
5.1.2.1. Comparativa	222
5.1.2. Elevadores	231
5.1.2.1. Comparativa CAMAC versus Ibérica, S.A.	238
5.1.2.2. Comparativa CAMAC versus Wiskehr's	243
5.1.3. Equipo de aire respirable PAS MAC2000.....	254
5.1.3.1. Manguera Dräger.....	257
5.1.3.2. Cinturón en línea PAS Airline Arnés.....	258
5.1.3.3. Máscara Dräger FPS-COM-PLUS.	259
5.1.4. Ventilador - Extractor.....	264
5.1.5. Detección de gases X-Zone 5000.....	267
5.1.6. Registrador de señales electrocardiográficas (Corbelt).....	277
5.1.7. Generador eléctrico insonorizado.....	283
5.1.8. Bomba y apoyos hidráulicos.....	288
5.1.9. Tecnología de protección a más de 50 metros.....	298
5.1.9.1. SALVA2.....	298
5.1.9.2. Mobile Tel.....	304
5.1.10. Desfibrilador.....	308
5.1.10.1. Introducción.....	308
5.1.10.2. DEA modelo CardiAid.....	310
5.1.10.3. DEA modelo Plus de Zoll de DRAGÉR.....	312
5.1.11. Programación, parametrización y conexionado de equipos.....	319
5.1.12. Cámara de vigilancia.....	330
5.1.13. Pantalla táctil.....	332
5.1.14. Equipos indispensables de apoyo.....	334
5.2. Análisis y muestreo de ensayos sobre trabajo de campo.....	335
5.3. Situación de las tecnologías competitivas	339
5.3.1. Introducción	339
5.3.2. Tecnologías concurrentes	341
5.3.3. Tecnologías innovadoras	344
5.3.4. Tecnologías conectivas	344
5.3.5. Análisis DAFO	345
5.3.5.1. Aspectos Internos	345
5.3.5.2. Aspectos Externos	347

5.3.6. Enfoque de mercado	351
5.3.6.1. Mapa de aplicaciones tecnológicas	352
5.3.6.2. Descripción de la cadena de valor	354
5.3.6.3. Identificación de los clientes potenciales	357
6. CONCLUSIONES	359
7. REFERENCIAS.....	365
8. GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	387
9. ÍNDICE DE FIGURAS.....	395
10. ÍNDICE DE TABLAS	417
11. ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	423
12. ÍNDICE DE VÍDEOS.....	427

AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTOS

La realización de esta Tesis no habría sido posible sin la valiosa ayuda de mis Directores la Dra. D^a. M^a del Pilar Carranza Cañadas, Dr. D. José Tejero Manzanares, sin olvidar el apoyo constante del Dr. D. Francisco de Paula Montes Tubio. A todos ellos, mi más sincero agradecimiento no sólo por la formación académica y la ayuda prestada, sino también por la confianza depositada en mí y por su ejemplo de trabajo y dedicación. Quiero expresar mi agradecimiento de una manera especial al Dr. Tejero Manzanares por su valioso y constante aporte en el desarrollo de los distintos trabajos llevados a cabo en la investigación, principalmente, por su aliento constante, por hacer del trabajo diario un espacio para compartir alegrías, tristezas, problemas y proyectos. Su apoyo incondicional y la seguridad transmitida han permitido desarrollarme plenamente en esta dura tarea a lo largo de todo este tiempo.

También, hacer extensivo este agradecimiento a D^a. María Dolores Pérez Calle por la constante asistencia prestada.

En otro orden, mi reconocimiento y gratitud a la empresa Electromain, quien ha puesto a mi disposición las instalaciones de taller y equipos necesarios para poder llevar a cabo las pruebas en el diseño del equipo compacto de esta investigación.

Igualmente, a mis compañeros de trabajo de la zona de Almería y Granada, quienes de manera desinteresada y en aras de facilitarme la labor, me han prestado su ayuda para la organización y ejecución de trabajos en espacios confinados.

No puedo olvidarme en estos momentos de mi familia, quienes me han transmitido la fuerza necesaria durante toda mi trayectoria académica y profesional. Mis padres, probablemente, las personas que estén disfrutando más de esta etapa de mi vida académica. A mis hermanas y hermano, porque desde bien temprano nos hemos respaldado y querido.

Finalmente, dejar claro que la realización de esta Tesis tampoco hubiera sido posible sin el constante apoyo de mis seres más cercanos. Me estoy refiriendo de manera muy especial a mi esposa Carmen María, mi hija Carla, por su paciencia y por el tiempo de dedicación que les he robado. Sin olvidar por supuesto a Elena, la menor de la familia, ese bebé que esperamos con entusiasmo y mucho amor y, que sin lugar a dudas igualmente me ha dado fuerzas para continuar.

RESUMEN DE LA TESIS DOCTORAL

RESUMEN DE LA TESIS DOCTORAL

Esta investigación presenta un estudio y análisis de la metodología empleada en los trabajos realizados en el interior de Espacios Confinados (EECC) que culmina con el diseño de un equipo compacto que procura la optimización de trabajos y la minimización de riesgos en estos espacios de trabajo. De esta manera, se pretende evitar los accidentes laborales que se producen durante estas intervenciones o, en caso de producirse, permitir el rescate del operario con altas posibilidades de éxito.

En estos lugares existen numerosos riesgos, como pueden ser los mecánicos y eléctricos por equipos que se ponen en marcha, atrapamientos, choques, golpes, caídas a distinto y al mismo nivel, caída de objetos, malas posturas, ambiente agresivo (calor, ruido, iluminación deficiente), mala comunicación con el exterior, etc. Al permanecer cerrados por largos periodos de tiempo, sustancias tóxicas como el ácido sulfhídrico (H_2S) pueden acumularse en su interior. También, pueden acumularse gases inflamables como el metano (CH_4) o el etano (C_2H_6) que, a diferencia de otros, no podemos detectarlos por el olor.

Mediante el equipo compacto que se ha diseñado se proporciona una rápida manipulación del completo conjunto de dispositivos necesarios para la intervención en EECC, permitiendo conocer al instante todo lo que ocurra dentro, tener una comunicación continua entre los operarios del interior y del exterior para evitar situaciones de riesgo y, en caso de producirse, poder intervenir de manera instantánea para rescatar al trabajador si fuese necesario.

Palabras Clave: prevención de riesgos laborales, riesgos en espacios confinados, equipo de salvamento y de rescate, ergonomía, protección, accidentes

PHD DISSERTATION ABSTRACT

PHD DISSERTATION ABSTRACT

This research presents a study and analysis of the methodology used on undertaken works inside Confined Spaces (ECCE) which culminates with the design of a compact device that seeks optimization of the works and minimizing risks in these workspaces. In this way, it is intends to avoid accidents at work which occur during these interventions or, if they occur, allowing rescue operator with high chances of success.

In these places there are numerous risks such as the mechanical and electrical equipment are in place, trapping, shocks, bumps, falling on different level, falling on the same level, falling objects, wrong posture, aggressive environment (heat, noise, poorly lighting), bad communication with the outside, etc.. To remain closed for long periods of time, toxic substances such as hydrogen sulphide (H₂S) they can build up inside. Also, they can accumulate flammable gases as methane (CH₄) or ethane (C₂H₆), that, in constrast to others, we can detect then through the smell.

Through compact device which has been designed it is given a fast handling of the complete suit of devices necessary for intervention in ECCE, allowing to know instantly whatever take place inside, to have a continuous communication between inside and outside workers in order to avoid risking situations and, in case of making, to take action instantly in order to rescue the worker if necessary.

Keywords: prevention of occupational hazards, confined space hazards, rescue equipment and rescue, ergonomics, protection, accident

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presenta una investigación enfocada a todo lo concerniente a las intervenciones en el interior de EECC, incluido la preparación previa de los equipos y medios necesarios, parte no menos importante y primordial para el éxito de estas operaciones.

De manera paralela, se ha llevado a cabo el diseño de un equipo compacto para optimizar los trabajos y minimizar los riesgos existentes en el interior de los EECC. Se trata de lugares inhóspitos, recintos cerrados, con ventilación escasa, con altas condensaciones, especialmente los húmedos (pozos con aguas limpias, pozos de registro de alcantarillado, depósitos, cámaras subterráneas, estaciones de bombeo de aguas residuales (EEBBAARR), tanques de combustible, cisternas, silos, galerías subterráneas, etc.) y con una notable ausencia de aire [1, 2].

Este tipo de lugares no son concebidos para una ocupación continuada de los trabajadores y donde se pueden encontrar con aberturas limitadas de entrada y salida tanto en cuanto a tamaño como a cantidad de accesos, una ventilación natural desfavorable, alta probabilidad de acumulación de gases tóxicos como el H₂S o el monóxido de carbono (CO) e incluso inflamables como el CH₄, o con la posibilidad de darse una atmósfera deficiente de oxígeno (O₂).

Las actuaciones en estos lugares tan especiales son muy frecuentes y diversas, debiendo estar sometidas a un **procedimiento de trabajo en espacios confinados**¹ [3, 4]. Se trata de labores como el mantenimiento de equipos eléctricos, mecánicos,

¹ *se deben indicar todas las directrices necesarias a llevar cabo para poder realizar una intervención en el interior de un espacio confinado que incluye un permiso de trabajo, obligatorio de cumplimentar antes de realizar la tarea y, además, comprende la inspección ocular durante y después de realizarla*

hidráulicos, o simplemente para limpieza del habitáculo. Pero no se puede olvidar la tarea más importante: realizar operaciones de rescate en caso de accidentes en el interior del espacio confinado (EC), situaciones que se podrían evitar en su mayoría de contar con un equipo adecuado y, en caso de ser necesario, afrontar el rescate oportuno con garantías de éxito. Todos estos trabajos no están exentos de problemas que hay que tener en cuenta antes de llevarlos a cabo [2, 5].

Si se toma como ejemplo las operaciones realizadas en una estación de bombeo de aguas residuales (EBAR), existen numerosos riesgos como los que se relacionan a continuación:

- **Mecánicos.** Es el caso que se da cuando ciertos equipos se ponen en marcha. Diremos que, en ocasiones, las bombas que impulsan el caudal de agua residual hasta el punto deseado suelen atrancarse por objetos que, de alguna manera, han llegado a la estación a través de las redes de alcantarillado como pueden ser latas, trapos, cuerdas, etc. Estos objetos provocan atranques en los equipos mecánicos (rejas de gruesos, bombas) que hace necesaria la labor de retirarlos para que el equipo pueda seguir desempeñando su cometido. Para ello, es necesario acceder al interior de los EECC.
- **Eléctricos.** Los riesgos existentes, cuando accedemos a éste tipo de lugares, se pronuncian considerablemente, puesto que no hay que olvidar que cuando manipulamos los equipos mecánicos estamos constantemente expuestos a derivaciones a tierra por falsos contactos eléctricos.
- **Atrapamientos, choques, golpes, etc.** Los riesgos existentes por atrapamientos, choques y golpes son frecuentes y numerosos cuando se procede a la limpieza de equipos.

- **Caídas a distinto y al mismo nivel.** Al intentar acceder, salir o incluso trabajando en el interior de EECC, los riesgos existentes por caídas a distinto y al mismo nivel, están igualmente latentes en este tipo de tareas.
- **Caída de objetos.** Al encontrarnos trabajando en el interior de la EBAR, es posible que objetos puedan caer al interior, dejando igualmente latente los riesgos existentes por caída de objetos.
- **Malas posturas.** Las posturas de trabajo a que se está sometido al operar en el interior de una EBAR no son fáciles de mantener, teniendo en cuenta que el ambiente no es ni cómodo ni ergonómico. Además, dejar latente los riesgos existentes por estas malas posturas que, cuanto menos, pueden acarrear un sobreesfuerzo o lesiones musculares.
- **Ambiente agresivo (calor, ruido, iluminación deficiente).** Otros aspectos como el calor, la humedad, el ruido o la deficiente iluminación para desempeñar el trabajo en el interior de un espacio confinado, hacen que el ambiente se torne agresivo y sea otro factor importante a tener en cuenta en cuanto a riesgos se refiere.
- **Mala comunicación con el exterior.** Otro de los riesgos que más acentúan las posibilidades de sufrir accidentes es la falta de contacto con el exterior, porque al encontrarse trabajando en este tipo de ambiente, lo que más se puede llegar a echar en falta es una buena comunicación para facilitar herramientas, consultar estado de equipos, limpieza, solicitar ayuda mal estado o, incluso, buscar apoyo anímico.

Para minimizar o paliar estos riesgos, dependiendo de la tarea a realizar, los trabajadores deben utilizar tanto equipos de protección individual (EPP) como

colectivos para efectuar su labor, aunque a veces puedan resultar incómodos y, en ocasiones, dificulten el trabajo a llevar a cabo [6].

Todos los operarios que realicen este tipo de labores, deben seguir la legislación vigente en cuanto a la aplicación de un permiso de trabajo en EECC [1-3, 6-8], por lo que es obligatorio y necesario que todos los trabajadores dispongan de una formación preventiva mínima [9]. Antes de acceder al interior de un EC, se comprueba que todos los elementos que se han descrito en el parte de trabajo cumplen con las exigencias mínimas que permitan acceder y garantizar la seguridad una vez dentro.

A pesar de todas estas medidas de seguridad, por diferentes razones, los accidentes siguen produciéndose en el transcurso de estas labores. Éste fue uno de los motivos que propició el desarrollo de esta Tesis Doctoral, apoyada, sin lugar a dudas, de la experiencia en trabajos en espacios confinados EECC y teniendo como resultado el diseño de un equipo compacto que proporciona un fácil acceso y una rápida manipulación del completo conjunto de dispositivos necesarios para este tipo de intervenciones. Se trata de modernos aparatos de última generación existentes en el mercado y adaptados a los fines que se persiguen: optimizar los trabajos ejecutados, mejorar la ergonomía y seguridad en el puesto de trabajo, lo que redundará, obviamente, en minimizar los riesgos existentes y obtener mayores rendimientos. En definitiva, se pretende velar por la seguridad de los operarios de una forma más eficiente durante todo el transcurso de las operaciones en EECC, incluso en el caso de tener que proceder al rescate de los trabajadores, hecho que hace ocuparnos de una manera especial en una de las líneas de investigación de este trabajo para alcanzar los objetivos perseguidos.

En el caso que nos ocupa, el poner de manifiesto los procedimientos actuales llevados a la práctica, permite conocer de manera más exacta y precisa la metodología empleada en los trabajos de preparación y desempeño de la labor en el interior de los espacios confinados. Esto nos permite conocer la técnica, además de cuáles son las realmente utilizadas en cada momento, lo que a su vez nos conduce poder establecer

medidas para la minimización de los riesgos existentes en las tareas que aglutina la preparación y desarrollo de labores en el interior de espacios confinados. Por otro lado, se manifiesta el aspecto del ahorro económico que supone la optimización de los trabajos realizados en el interior y exterior de los EECC.

La investigación llevada a cabo se apoya también en la revisión bibliográfica y, muy especialmente, en un análisis exhaustivo tanto de la legislación vigente como de las normativas técnicas aplicables a los distintos procesos que lo conforman. Además, hay que señalar que ha sido fundamental el estudio de la metodología aplicada o trabajo de campo. Se han debido tomar datos in situ en distintos espacios confinados de las provincias de Granada y Almería, así como en entrevistas con personal cualificado que desarrollan su profesión en estos lugares de trabajo como responsables de Prevención de Riesgos Laborales (PRL), operarios electromecánicos, capataces, subcontratas y proveedores.

Con los resultados del estudio y análisis de datos, se ha realizado el diseño de un equipo compacto que aglutina los elementos y dispositivos necesarios para favorecer a los trabajadores a la hora de ejecutar estos trabajos. El haber vivido al detalle y de primera mano cómo se realizan estas labores en la actualidad ha favorecido la decisión de qué elementos y dispositivos son aquellos que disminuirán el número de accidentes que a día de hoy se producen en los trabajos que engloba las tareas de preparación y ejecución en el interior de EECC. Por ello, se ha realizado una reconstrucción en 3D de todos aquellos dispositivos que integran el equipo.

El planteamiento se ha basado en la ubicación óptima de todos y cada uno de los elementos que lo conforman en aras de conseguir que no se entorpezca la maniobrabilidad a la hora de hacer uso de ellos. En principio, el diseño de este equipo compacto ha alcanzado una cierta magnitud y realismo como consecuencia de una serie de representaciones virtuales que permiten entender su funcionamiento a simple vista, qué elementos lo componen y que finalidad se persigue. Con el equipo se logra

que se optimicen los trabajos en el interior de EECC en distintos ámbitos como el minero, marino, gestión integral del agua, rescate, etc. De manera colateral, se consigue que los elementos y dispositivos de nuevas tecnologías que lo forman sean manejados con destreza tanto por el equipo central que los gobierna y controla como por los operarios, todo con el fin de obtener una perfecta coordinación.

En definitiva, mediante esta Tesis Doctoral se pretende realizar una contribución a la prevención, seguridad y ergonomía de los trabajos en EECC y proporcionar, al mismo tiempo, un equipo de intervención, salvamento y rescate de uso extensivo a medios como la Guardia Civil, Bomberos, Cruz Roja, DYA, 112, Protección Civil, empresas privadas, etc.

OBJETIVOS

2. OBJETIVOS

El primer objetivo de esta investigación ha sido estudiar y analizar la metodología empleada para una intervención en el interior de un EC. Un punto de especial importancia ha sido conocer el tiempo empleado en las tareas que, hoy día, se aplican en la preparación de todos los equipos, dispositivos, herramientas, equipos de protección individual EEPPII, vehículos y, en general, todo aquello necesario para acceder a realizar una faena en estos lugares de trabajo.

Así mismo, se ha examinado a fondo cómo se llevan diariamente las tareas relacionadas con los trabajos en espacios confinados EECC, tanto en sus preliminares como en su desarrollo. Es el caso de los trabajos físicos a la hora de la preparación de equipos y faenas en el interior, lo que ha permitido estar al tanto de todo aquello que es necesario realizar después de acceder al interior de los espacios confinados. Para ello, ha resultado determinante comprobar estas tareas de primera mano y así comprender cómo se ha ido construyendo el perfil profesional de este nuevo especialista que pone en riesgo su vida cada vez que realiza una intervención, ya que son muchos los factores que influyen, tanto de manera directa como indirecta, en la realización de este tipo de labores tan complicadas y limitadas.

Para llegar a ello, se han recogido las opiniones de trabajadores del sector, a la vez que se ha analizado la normativa que afecta a este ámbito laboral.

Por tanto, los objetivos de la investigación han sido los siguientes:

- Explorar el trabajo realizado actualmente con la experiencia de trabajar como operario del sector que se adentra en el interior de EECC.
- Comprender de primera mano lo que significa y ha significado ser operario de trabajos en EECC o profesionales para el ejercicio en este ámbito laboral, aún siendo consciente de los riesgos que ello conlleva.

- Contrastar la reconstrucción procedente del análisis de la normativa con la vivencia de los profesionales, para conocer y comprender el proceso de desarrollo de trabajos en espacios confinados.
- Componer una cronología de toda la normativa que afecta a los trabajos en el interior de espacios confinados.
- Conocer y componer los vicios ocultos que algunos operarios del sector llevan a la práctica en este tipo de tareas. Los trabajadores que se apoyan en su autoconfianza en base a los años de experiencia, con la suerte de no haber vivido ningún tipo de percance en primera persona ni sobre compañeros, son los primeros que realizan las tareas incumpliendo totalmente la normativa vigente, así como desobedeciendo a las instrucciones que desde la empresa se marcan a través del correspondiente protocolo a seguir.
- Vivir y poner en práctica propia el proceso de desempeño de labores o tareas en el interior de espacios confinados con el fin de compartir experiencias y así poder realizar un análisis de las mismas.
- Diseñar un equipo compacto para la mejora de los trabajos en EECC. El proceso de labores en el interior de espacios confinados añade un elemento de calidad en las tareas a ejecutar, puesto que son muchos los medios de los que se suele disponer para interactuar con ellos en función de la necesidad, garantizando así una mejoría en la seguridad en el trabajo, la higiene industrial y la ergonomía y psicología de los trabajadores.

ANTECEDENTES

3. ANTECEDENTES

3.1. EXPERIENCIA Y PROBLEMÁTICA EN EL INTERIOR DE EECC

3.1.1. Generalidades

Para intervenir en el interior de espacios confinados es preciso cumplir con el procedimiento vigente, para ello se cumplimenta el permiso de trabajo por el responsable del equipo. Para realizar este tipo de trabajos, la legislación obliga a la presencia exterior de un recurso preventivo (Figura 1), quien estará presente en todo momento mientras se desarrollen las labores (Figura 8). En el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/1995, se indica que sólo podrán acceder a EECC aquellos trabajadores que tengan la formación adecuada y cumplan los requisitos necesarios para acceder a su interior [2]. Las características generales de dicho permiso vienen detalladas en la Nota Técnica de Prevención NTP-562 “permisos de trabajos especiales” que actualiza a la NTP-30 “Permisos de trabajos especiales” [4]. Esta autorización debe hacer referencia a todos los equipos de protección a utilizar, bien sean individuales o colectivos [2, 6]. Debe existir, junto con el parte de trabajo, un plan de intervención o esquema explicativo de la tarea a realizar con el fin de que no queden cabos sueltos que puedan originar un accidente. El recurso preventivo será el encargado de velar por la seguridad y medidas de prevención con los requisitos mínimos establecidos en el artículo 29 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/1995 de 8 de noviembre [7].



Figura 1: Recurso preventivo con permiso de trabajo

Fuente: Elaboración Propia

Las actuaciones a llevar a cabo en el EC han de atenerse a las siguientes premisas:

- El operario tiene prohibido trabajar solo, es decir, siempre debe haber un control externo. Se requiere una vigilancia total de las operaciones a ejecutar desde el exterior, en especial, controlar la atmósfera interior cuando sea conveniente y asegurar la posibilidad de rescate [6].
- La persona que permanecerá en el exterior debe estar perfectamente instruida para mantener contacto visual o utilizar otro medio de comunicación eficaz que comunique al operario del exterior con el trabajador que se encuentre en el interior del EC. El recurso preventivo tiene la responsabilidad de actuar en casos de emergencia y hacer la llama de alerta. Asimismo, confirmará con el operario encargado de realizar el trabajo que todos los equipos se encuentran en perfecto estado para realizar la tarea. También, será quien se encargue del control de mantenimiento de los detectores de gases. Será necesario utilizar señalización vial y balizar el perímetro de trabajo antes de comenzar los trabajos. El personal del interior estará sujeto con cuerda de seguridad y arnés desde el exterior, donde se dispondrá de medios adecuados de sujeción y de rescate así como equipos de protección respiratoria frente a emergencias y elementos de primera intervención contra el fuego, si ello fuera necesario [6, 7, 12, 17-20].
- Se deberá disponer siempre de casco de protección, máscaras [10, 11], arnés y equipo de respiración autónoma (Figura 2). Este elemento de protección quedará supeditado por la decisión adoptada por el responsable del trabajo o por el recurso preventivo y corroborada por el trabajador que realice la tarea [6].



Figura: 2: Equipo de Protección Individual EPI

Fuente: Elaboración Propia

- Hay que utilizar señalización vial y balizar el perímetro de trabajo antes de comenzar los trabajos [6, 7, 12, 17-21].
- Para estas tareas, se debe elegir operarios apropiados que no sean claustrofóbicos, ni temerarios, con buenas condiciones físicas y mentales y, preferiblemente, menores de 50 años [2, 6].
- Se velará por conseguir la máxima ventilación de la instalación abriendo las arquetas con tiempo suficiente y, si es posible y las características propias de la instalación lo permiten, se instalará un sistema de ventilación forzada que permanecerá en funcionamiento durante la jornada de trabajo (Figura 3).



Figura 3: Operación de ventilación de arquetas

Fuente: Elaboración Propia

La ventilación es una de las medidas preventivas fundamentales para renovar el ambiente del habitáculo interior. Tanto previo a la realización de los trabajos, en caso de estar el ambiente contaminado o irrespirable, como en el transcurso de los mismos, se debe garantizar una renovación continuada del ambiente interior. Por lo general, la ventilación natural es insuficiente y es preciso recurrir a ventilación forzada. Los circuitos de ventilación (soplado y extracción) deben ser comprobados para la renovación del aire sea la correcta. [1, 2, 6, 7]

Cuando se trabaja en el interior de EECC, es obligatorio medir constantemente el aire con un detector de gases. Esta medida de seguridad se realizará previa al acceso en el EC y siempre que se encuentren los trabajadores en su interior (Figura 4) [6, 7].



Figura 4: Operación de acceso a EECC

Fuente: Elaboración Propia

En el interior de los EECC, al respirar, se consume parte del O₂ existente, dando lugar a una mayor acumulación de otros gases nocivos como el CO₂, con el consiguiente riesgo y peligro que esto conlleva [6, 7].

Los procesos que requieren combustión consumen el O₂ más rápidamente que la respiración humana. A efectos de seguridad, se considera que los EECC son muy peligrosos por el hecho de existir concentración de sustancias inflamables por encima del límite inferior de inflamabilidad, dado que es factible que se produzcan variaciones de la concentración ambiental por razones diversas [2, 6, 7]. Ejemplos se encuentran en la soldadura, oxicorte, etc.

Si el detector da señal de alarma en la medición previa, el trabajador no entrará bajo ningún concepto si no es con el equipo de respiración autónoma y hasta los límites establecidos. Si la alarma es por metano, en ningún caso se entrará hasta que los límites estén por debajo del nivel de alarma (Figura 5) [6, 7, 12].



Figura: 5: Equipos medidores de gases

Fuente: Elaboración Propia

Cuando el contenido de O₂ en el aire baja del 21%, se producen síntomas de asfixia que se van agravando conforme disminuye ese porcentaje [6]. La asfixia es consecuencia de la falta de oxígeno y ésta es ocasionada básicamente al producirse un consumo de oxígeno o desplazamiento de éste por otros gases [2] (Tabla 1).

Concentración O ₂ %	Tiempo de exposición	Consecuencias
21	Indefinido	Concentración normal de oxígeno en el aire.
20,5	No definido	Concentración mínima para entrar sin equipos con suministro de aire.
18	No definido	Se considera atmósfera deficiente en oxígeno según la normativa norteamericana ANSI Z117, 1-1977. Problemas de coordinación muscular y aceleración del ritmo respiratorio.
17	No definido	Riesgo de pérdida de conocimiento sin signo precursor.
12-16	seg. a min.	Vértigo, dolores de cabeza, disneas e incluso alto riesgo de inconsciencia.
6-10	seg. a min.	Náuseas, pérdida de conciencia seguida de muerte en 6-8 minutos.

Tabla 1: Relación de concentraciones de oxígeno [6]
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
Fuente: <http://www.insht.es>

Las señales de aviso de una concentración baja de oxígeno no se advierten fácilmente y no son de fiar, excepto para individuos muy adiestrados. La mayoría de las personas son incapaces de reconocer el peligro hasta que ya están demasiado débiles para escapar por sí mismas. Las arquetas o pozos de registro de una red de alcantarillado suelen permanecer cerradas por largos periodos de tiempo. Sustancias tóxicas como el H₂S o el CH₄ suelen acumularse en su interior que, a diferencia de otros gases, no se pueden detectar por el olor, por lo que el riesgo de inhalación por accidente se agrava [4, 6, 7], llegando incluso a producirse la muerte por asfixia al inhalar gases por no cumplir el procedimiento y medidas de seguridad [13-16]. Un ejemplo reciente de este tipo de accidentes es el ocurrido el pasado 27 de junio de 2012. En la EDAR de Denia (Alicante), resultaron heridos de gravedad dos trabajadores como consecuencia de un accidente laboral a causa de un escape de ácido sulfúrico (H₂SO₄) que los afectados inhalaron.

El operario que se encuentre dentro de un espacio confinado, entrará con un arnés y dispondrá de un sistema anti caídas, el cual estará supervisado en todo momento desde el exterior por el recurso preventivo (Figura 6) [6, 7, 12, 17-20].



Figura: 6: Operario bajando a un espacio confinado con EPI

Fuente: Elaboración Propia

Preferiblemente, se utilizará una escalera manual para acceder al interior de EECC si los accesos fijos están en mal estado (Figura 7) [6, 7, 12, 17-21].



Figura: 7: Bajadas a EECC mediante escalera manual

Fuente: Elaboración Propia

Si no hiciera falta la utilización del equipo de respiración autónoma por ausencia de gases, el trabajador siempre faenará con la máscara buco-facial [6, 7] y se dispondrá del equipo de respiración autónoma en un lugar cercano para hacer uso del mismo en caso de emergencias [22,23].

3.1.2. Gases tóxicos más comunes en los EECC

Monóxido de carbono (CO) (Tabla 2)

- Gas incoloro e inodoro generado por la combustión de combustibles comunes con un suministro insuficiente de aire o donde la combustión es incompleta.
- Frecuentemente, liberado por accidente o mantenimiento inadecuado de mecheros o chimeneas en espacios confinados y por máquinas de combustión interna.
- Llamado el asesino silencioso, el envenenamiento con CO puede ocurrir repentinamente.
- No es detectable olfativamente.

Nivel de (CO) en ppm	Efectos
200 ppm por 3 horas	Dolor de cabeza.
1000 ppm en 1 hora o 500 ppm por 30 minuto	Esfuerzo del corazón, cabeza embotada, malestar, flashes en los ojos, zumbido en los oídos, náuseas.
1500 ppm por 1 hora	Peligro para la vida.
4000 ppm.	Colapso, inconsciencia y muerte en pocos minutos.

Tabla 2: Niveles de concentración de CO

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

Fuente: <http://www.insht.es>

Sulfuro de hidrógeno (H₂S) (Tabla 3)

- Este gas incoloro huele como huevos podridos, pero el olor no se toma como advertencia porque la sensibilidad al olor desaparece rápidamente después de respirar una pequeña cantidad de gas.

- Se encuentra en alcantarillas o tratamientos de aguas de albañal y en operaciones petroquímicas.
- Inflamable y explosivo en altas concentraciones.
- En un envenenamiento repentino, puede causar inconsciencia y paro respiratorio. En un envenenamiento menos repentino, aparecen náuseas, malestar de estómago, irritación en los ojos, tos, vómitos, dolor de cabeza y ampollas en los labios.

Nivel de H ₂ S en ppm	Efectos
18/25 ppm.	Irritación en los ojos.
75/150 ppm por algunas horas.	Irritación respiratoria y en ojos.
170/300 ppm por una hora.	Irritación marcada.
400/600 ppm por media hora.	Inconsciencia, muerte.
1000 ppm.	Fatal en minutos.

Tabla 3: Niveles de concentración de H₂S
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
Fuente: <http://www.insht.es>

Dióxido de Azufre SO₂ (Tabla 4)

- La combustión de sulfuro o componentes que lo contienen produce este gas.
- Exposiciones severas resultan de tanques de autos cargados o no cargados, cilindros o líneas rotas o con pérdidas y fumigación de barcos.

Nivel de SO ₂ en ppm	Efectos
1/10 ppm.	Incremento del pulso y respiración, la intensidad de la respiración decrece.

Tabla 4: Niveles de concentración de SO₂
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

Fuente: <http://www.insht.es>

Amoníaco (NH₃) (Tabla 5)

- Es un fuerte irritante que puede producir la muerte por espasmo bronquial.
- Puede ser explosivo si los contenidos de un tanque o sistema de refrigeración son descargados en una llama abierta.

Nivel de NH ₃ en ppm	Efectos
400 ppm.	Irritación de garganta, respiratoria y en ojos.
2500/6000 ppm por 30 minutos	Peligro de muerte.
5000/10000 ppm.	Fatal.

Tabla 5: Niveles de concentración de NH₃
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

Fuente: <http://www.insht.es>

Ácido Hidrocianhídrico (HCN)

- Veneno extremadamente rápido que interfiere con el sistema respiratorio de las células y causa asfixia química.
- El HCN líquido es un irritante de los ojos y la piel.

Hidrocarburos Aromáticos

- Benceno: incoloro, inflamable, líquido volátil con un olor aromático.
 - El envenenamiento crónico puede ocurrir después de respirar pequeñas cantidades en un período de tiempo.
 - Un primer signo es la excitación, seguido de adormecimiento, malestar, vómitos, temblores, alucinaciones, delirio e inconsciencia.
- Tolueno: incoloro, líquido inflamable con fuerte olor aromático.
 - Produce fatiga, confusión mental, excitación, náuseas, dolor de cabeza y malestar.
- Xileno: mezcla solvente que se asemeja al benceno en muchas propiedades físicas y químicas.

3.1.3. Riesgos específicos

3.1.3.1. Introducción

Son aquellos riesgos ocasionados por las condiciones especiales en que se desenvuelve este tipo de trabajo. Están originados por una atmósfera peligrosa que puede dar lugar a los riesgos de:

- Incendio y Explosión
- Intoxicación
- Asfixia

Una atmósfera se considera peligrosa cuando, debido a su composición, existe riesgo de muerte, incapacitación, lesión o enfermedad grave, o dificultad para abandonar el recinto por sus propios medios. La atmósfera interior debe ser calificada como peligrosa cuando se dan una o varias de las siguientes condiciones:

- Riesgo de explosión o incendio: Cuando la concentración de gases o vapores inflamables supera el 10% de su límite inferior de explosividad.
- Riesgo de intoxicación por inhalación de contaminantes: Cuando la concentración ambiental de cualquier sustancia, o del conjunto de varias, supera sus correspondientes límites de exposición laboral.
- Riesgo de asfixia por insuficiencia de oxígeno: Cuando la concentración de oxígeno es inferior a 20,5 – 19,5% en volumen.

3.1.3.2. Incendio y explosión

- Los riesgos de explosión o incendio pueden tener un origen muy variado, por lo que han de evaluarse específicamente.
- La atmósfera explosiva debe entenderse como la mezcla con el aire de sustancias inflamables en forma de gases, vapores, nieblas o polvos combustibles o inflamables.
- Tras la ignición, la combustión se propaga a la mezcla no quemada.
- Es necesario que la concentración de estos contaminantes deba estar comprendida entre los Límites Inferior y Superior de Explosividad (LIE y LSE).

3.1.3.2.1. Causas que pueden originar una atmósfera inflamable o explosiva

Las causas que pueden originar una atmósfera inflamable y explosiva pueden ser variadas:

- Evaporación de disolventes de pinturas.
- Restos de líquidos inflamables.
- Reacciones químicas.
- Movimiento de grano de cereales, pienso, etc.
- Existencia de gases, vapores o polvos combustibles en el ambiente.

Esto sucede frecuentemente cuando existe una atmósfera inflamable con focos de ignición diversos, atmósferas sobre-oxigenadas y desorción de productos inflamables de la superficie de depósitos después del vaciado.

a. Atmósfera inflamable con focos de ignición diversos:

- Desprendimiento de productos inflamables absorbidos en la superficie interna de los recipientes.
- Vapores de disolventes en trabajos de pintado.
- Vapores de sustancias inflamables en operaciones de limpieza de tanques.
- Limpieza con sustancias inflamables en fosos de engrase de vehículos.
- Reacciones químicas que originan gases inflamables. El Ácido sulfúrico (SO_4H_2) diluido reacciona con el hierro desprendiendo Hidrógeno (H_2). El Carburo Cálcico (Ca_2C) en contacto con agua genera Acetileno (C_2H_2).
- Trabajos de soldadura u oxicorte en recintos que contengan o hayan contenido sustancias inflamables.
- Descargas electrostáticas en el transvase de líquidos inflamables.
- Operaciones de carga, descarga y transporte de polvos combustibles (cereales, caucho, piensos, etc.).

b. Atmósfera sobre-oxigenadas:

- Añadido de oxígeno para “mejorar” la calidad del aire respirable en el interior de tanques o por pérdidas en mangueras o válvulas.
- Empleo de oxígeno o aire comprimido en equipos de bombeo especiales para el transvase de líquidos inflamables introducidos en el interior del depósito.

c. Desorción de productos inflamables de depósitos después del vaciado:

- Se conocen casos de accidentes en que una limpieza incompleta no evitó la liberación de gases absorbidos en las paredes de recipientes metálicos.

3.1.3.3. Intoxicación

- La concentración en aire de productos tóxicos por encima de determinados límites de exposición puede producir intoxicaciones agudas o enfermedades.
- Las sustancias tóxicas en un recinto confinado pueden ser gases, vapores o polvo fino en suspensión en el aire.
- Si la concentración es baja y la exposición repetitiva puede dar lugar a la aparición de enfermedades.
- Junto al riesgo de intoxicación se pueden incluir las atmósferas irritantes y corrosivas, como en el caso del cloro, ácido clorhídrico, amoníaco, etc.

3.1.3.3.1. Causas de la aparición de atmósferas tóxicas

Como consecuencia del trabajo realizado y/o debido a que el recinto estuviera contaminado antes del inicio de los mismos, pueden darse las siguientes situaciones:

a. Reacciones peligrosas con generación de gases tóxicos:

- Liberación de gas sulfhídrico a través de la reacción de sulfuros con ácidos (red general de desagües de industrias de curtidos, limpieza de depósitos o cisternas que contengan restos sulfurados con productos ácidos, redes de alcantarillado de aguas residuales, digestores anaeróbicos, etc.)
- Liberación de gas cloro por la reacción de cualquier ácido con hipoclorito sódico (NaClO) o lejía en trabajos de limpieza.

b. Presencia de CO:

- Recintos en que se hayan producido procesos de combustión incompleta (descender a recintos para extraer líquidos con bombas de motor de combustión interna, etc.).

c. Sustancias tóxicas generadas durante el trabajo:

- Trabajos de soldadura y oxicorte. Se conocen casos de accidentes por efectuar este tipo de trabajos sobre acero inoxidable.

d. Empleo de disolventes orgánicos en desengrasado y limpieza:

- Aplicación de recubrimientos protectores en el interior de los depósitos.

e. Existencia de sustancias tóxicas en el recinto:

- Procedentes del propio proceso productivo o de residuos.

3.1.3.4. Asfixia

Sobre la asfixia se pueden tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Tiene como principal consecuencia la falta de oxígeno.
- Se ocasiona básicamente al producirse un consumo de oxígeno o un desplazamiento de este por otros gases [2].
- Síntomas de asfixia: se producen cuando el porcentaje de O₂ del aire que respiramos es inferior a 21% [6].
- Cuanto menor es el porcentaje de oxígeno, los síntomas son más graves.

La mayoría de las personas son incapaces de reconocer el peligro hasta que ya están demasiado débiles para escapar por sí mismas.

3.1.3.4.1. Causas más frecuentes por concentración de O₂ (Tabla 1)

- *Cuando hay consumo de oxígeno:*

- Fermentaciones de materiales orgánicos diversas en el interior de recipientes.
- Trabajos de soldadura, calentamiento, corte, etc.
- Absorción, por ejemplo, en los lechos filtrantes de carbón activo húmedo en reparación de depósitos de filtración de agua.
- Oxidación de la superficie metálica interior de tanques

- *Cuando hay desplazamiento de oxígeno:*

- Desprendimiento de CO₂ en fermentaciones orgánicas aeróbicas en red de alcantarillado, tanques de almacenamiento, pozos, túneles, cubas y tinas de vino, silos de cereales, etc.
- Desprendimiento de CH₄, producto de fermentaciones orgánicas anaeróbicas en fosas sépticas, redes de alcantarillado, digestores anaerobios de depuración de aguas residuales, etc.
- Aporte de gases inertes en operaciones de purgado o limpieza de depósitos no ventilados posteriormente.

En la mayoría de accidentes ocasionados en los EECC, es necesario realizar una resucitación cardiopulmonar tras rescatar a los trabajadores accidentados. Muchos de estos heridos sufren un desfallecimiento como consecuencia de intoxicación o asfixia y un elevado número de estos accidentes tienen un trágico final. Si el equipo de trabajo dispone de elementos de rescate adecuados y de la formación suficiente para emplear estos dispositivos, el número de accidentes mortales disminuye considerablemente.

Uno de los elementos de seguridad necesarios en caso de rescate de trabajadores accidentados por intoxicación o asfixia es el desfibrilador externo automático. Este elemento es aconsejable tenerlo para ser utilizado en estos casos y antes de la llegada de la asistencia médica sanitaria.

DISEÑO DE EQUIPO COMPACTO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TRABAJOS Y LA MINIMIZACIÓN DE RIESGOS
EN EL INTERIOR DE ESPACIOS CONFINADOS (EECC)

En correspondencia con la hoja de trabajo nº(Optativo)		nº de permiso:	
Instalación/Equipo: <input type="checkbox"/> Espacio Confinado <input type="checkbox"/> Trabajo en Altura (>4m) <input type="checkbox"/> Limpieza de Depósitos		Usuarios autorizados _____ _____ _____	
<input type="checkbox"/> Trabajos de mantenimiento en lugares con posible presencia de gases explosivos. <input type="checkbox"/> Montaje y Desmontaje de Andamios > 6 m		Empresa: _____ _____ _____	
Descripción del trabajo a realizar (indicar la operación de riesgo en caso de ser "otra")			
Autorizante (Jefe o técnico)		HORA (avisar si se excede)	
Nombre:		FECHA	
Firma:		INICIO	
		FIN	
INSTRUCCIÓN DE TRABAJO MÍNIMA POR PARTE DEL AUTORIZANTE (necesidades previstas)			
Asegurar atmósfera y condiciones.		Asegurar acceso y evacuación	
<input type="checkbox"/> Ventilación forzada <input type="checkbox"/> Detección de gases <input type="checkbox"/> O2 max: 23% min 19,5% <input type="checkbox"/> CH4 max: 10% L.I.E.=0,5% <input type="checkbox"/> H2S max: 10 ppm <input type="checkbox"/> CO max: 30 ppm <input type="checkbox"/> _____max: _____ppm. <input type="checkbox"/> Balón hinchable/Bridas ciegas <input type="checkbox"/> No alimentación eléctrica. <input type="checkbox"/> Enclavamiento mandos. <input type="checkbox"/> Instalación despresurizada. <input type="checkbox"/> Instalación enfriada. <input type="checkbox"/> Instalación vaciada/limpia. <input type="checkbox"/> Tuberías purgadas		<input type="checkbox"/> Trípode de seguridad <input type="checkbox"/> Sistema anticaídas /equipo de izado <input type="checkbox"/> Arnés <input type="checkbox"/> Equipo de escape <input type="checkbox"/> Vigilante: _____ <input type="checkbox"/> Escalera portátil <input type="checkbox"/> Sistema de comunicación: _____ <input type="checkbox"/> Despejar accesos entrada y salida. <input type="checkbox"/> Superficie de trabajo estable <input type="checkbox"/> Señalizar áreas de trabajo <input type="checkbox"/> Señalizar enclavamiento.	
Utilización EPI's y medios			
<input type="checkbox"/> Ropa impermeable <input type="checkbox"/> Botas de goma <input type="checkbox"/> Guantes de seguridad <input type="checkbox"/> Guantes de goma <input type="checkbox"/> Protector auditivo. <input type="checkbox"/> Casco <input type="checkbox"/> Máscara con filtro <input type="checkbox"/> Equipo autónomo. <input type="checkbox"/> Gafas <input type="checkbox"/> Extintores <input type="checkbox"/> Alimentación 24 volts <input type="checkbox"/> Aparatos EX (antideflagrantes) <input type="checkbox"/> Herramientas no metálicas.			
VALIDACIONES POR PARTE DEL TRABAJADOR AUTORIZADO (comprobaciones realizadas)			
Asegurar atmósfera y condiciones.		Asegurar acceso y evacuación	
<input type="checkbox"/> Ventilación forzada <input type="checkbox"/> Detección de gases <input type="checkbox"/> O2 Valor: _____% <input type="checkbox"/> CH4 Valor: _____% <input type="checkbox"/> H2S Valor: _____ ppm <input type="checkbox"/> CO Valor: _____ ppm <input type="checkbox"/> _____ Valor: _____ ppm <input type="checkbox"/> Balón hinchable/Bridas ciegas <input type="checkbox"/> No alimentación eléctrica. <input type="checkbox"/> Enclavamiento mandos. <input type="checkbox"/> Instalación despresurizada. <input type="checkbox"/> Instalación enfriada. <input type="checkbox"/> Instalación vaciada/limpia. <input type="checkbox"/> Tuberías purgadas		<input type="checkbox"/> Trípode de seguridad <input type="checkbox"/> Sistema anticaídas /equipo de izado <input type="checkbox"/> Arnés <input type="checkbox"/> Equipo de escape <input type="checkbox"/> Vigilante: _____ <input type="checkbox"/> Escalera portátil <input type="checkbox"/> Sistema de comunicación: _____ <input type="checkbox"/> Despejar accesos entrada y salida. <input type="checkbox"/> Superficie de trabajo estable <input type="checkbox"/> Señalizar áreas de trabajo <input type="checkbox"/> Señalizar enclavamiento.	
Utilización EPI's y medios			
<input type="checkbox"/> Ropa impermeable <input type="checkbox"/> Botas de goma <input type="checkbox"/> Guantes de seguridad <input type="checkbox"/> Guantes de goma <input type="checkbox"/> Protector auditivo. <input type="checkbox"/> Casco <input type="checkbox"/> Máscara con filtro <input type="checkbox"/> Equipo autónomo. <input type="checkbox"/> Gafas <input type="checkbox"/> Extintores <input type="checkbox"/> Alimentación 24 volts <input type="checkbox"/> Aparatos EX (antideflagrantes) <input type="checkbox"/> Herramientas no metálicas.			
OBSERVACIONES			
Si algún requisito no se cumple, se interrumpirán los trabajos y se avisará al responsable.			
TELEFONOS DE EMERGENCIAS URGENCIAS 112 Bomberos 085 policía 091 Teléfono Autorizante _____			HORA FIN REAL: _____

Figura: 8: Permiso de trabajo en espacios confinados [3, 7-9, 12, 18]

Empresa Aquagest Andalucía, S.A.

Fuente: <http://www.aquagestandalucia.es>

3.2. RECOMENDACIONES DEL CONSEJO ESPAÑOL DE RESUCITACIÓN CARDIOPULMONAR (CERCP) SOBRE EL USO DEL DESFIBRILADOR EXTERNO AUTOMÁTICO (DEA)

3.2.1. Generalidades

El CERCP considera importante que se homologuen las normativas de las distintas Comunidades Autónomas (CCAA) sobre instalación, autorización y formación en el uso del DEA. Así como que se facilite su implantación, reduciendo, unificando y masificando la formación necesaria, en cuanto a tiempo, contenido y formas en todas las instalaciones públicas y privadas. Por ello, las recomendaciones del CERCP se marcan como objetivo fundamental establecer las directrices para el uso del DEA con vocación de instauración en todo el territorio de España.

La parada cardíaca súbita es considerada, sin lugar a dudas, un problema sanitario de primera magnitud. En España, aunque no se conocen los datos exactos, se producen alrededor de 25000 paradas cardíacas súbitas al año, la mayoría de origen cardiológico, en pacientes con edades comprendidas entre los 25 y los 74 años y con una supervivencia entre el 5 y el 7%.

Es conocido que la supresión de la circulación sanguínea durante varios minutos causa daños irreversibles en el cerebro, por lo que las primeras acciones realizadas por los primeros actuantes o intervinientes y, el personal de emergencias, juega un papel importante en estas situaciones. Si estas acciones se realizan de forma encadenada, alerta precoz a los servicios de emergencias, comienzo de una Resucitación Cardiopulmonar (RCP) precoz por los trabajadores formados y la realización de desfibrilación precoz, si se dispone de un desfibrilador, se puede salvar la vida de un trabajador. Estas acciones encadenadas se conocen como Cadena de Supervivencia, siendo la resucitación precoz llevada a cabo por operarios que se encuentren en el tajo y la desfibrilación temprana, las llaves de la supervivencia de la parada cardíaca súbita

de cualquier operario que se encuentre en la cuadrilla de trabajo del EC. Cuando decimos RCP, se refiere a la realización de compresiones torácicas de gran calidad y las respiraciones de rescate (30 compresiones alternando con 2 respiraciones).

El uso precoz de los DEA dentro del conjunto de la Cadena de Supervivencia consigue un porcentaje de recuperación de las paradas cardíacas, con buena función neurológica, muy superior a la que se consigue cuando no se utilizan, o su uso se retrasa.

En 2010, el CERCP realizó una encuesta a nivel nacional sobre los conocimientos de la población en general en materia de RCP. Los resultados más importantes de esa encuesta fueron:

- Desconoce qué es un parada cardíaca el 45% de los encuestados.
- Desconoce en qué consiste la cadena de supervivencia un 85%.
- Solamente un 26% sabría cómo actuar ante una parada cardíaca
- Desconoce lo que es un DEA un 74% de los encuestados, sobre todo aquellos con niveles más bajos de ingresos y educación.

Aunque con retraso respecto a otros países de Europa, en los últimos años se ha realizado en nuestro país una instalación progresiva del DEA en diferentes espacios públicos y se han promulgado decretos autonómicos que regulan la instalación de los DDEEAA y la formación y autorización en su utilización por personal no sanitario.

El DEA es un equipo técnico homologado para su uso de acuerdo con la legislación vigente, capaz de analizar el ritmo cardíaco, identificar las arritmias tributarias de desfibrilación y administrar una descarga eléctrica con el fin de restablecer un ritmo viable, con altos niveles de seguridad. La descarga se puede efectuar directamente sin la acción de apretar el botón o bien necesitando la acción de pulsarlo.

El CERCP considera que es necesaria una reflexión profunda sobre dichos decretos, pues tienden a ser restrictivos, carecen de homogeneidad y obligan a realizar una formación excesiva para poder utilizar los desfibriladores.

La experiencia ha demostrado en los países nórdicos, Japón y diversos estados de Norteamérica que es posible mejorar la supervivencia de la parada cardiaca, fundamentalmente, mediante el incremento de la resucitación por otros trabajadores, a través de la formación en técnicas de resucitación en charlas formativas de PRL y el desarrollo en la instalación de DEA en lugares públicos donde la posibilidad de aparición de este proceso sea más alta o en instalaciones y grupos de trabajo donde sea precisa esta actuación.

Asimismo, se ha demostrado que estas intervenciones suponen menos costes que otras muchas de las actualmente utilizadas en otros procesos.

En las recomendaciones sobre resucitación, actuales del European Resuscitation Council (ERC) [35], se resalta que:

1. El inicio de la resucitación de forma inmediata puede duplicar o triplicar la supervivencia de la parada cardiaca, fundamentalmente por fibrilación ventricular.
2. Realizar compresiones torácicas es mejor que no hacer ninguna maniobra.
3. La resucitación cardiopulmonar unida a la desfibrilación en los 3 a 5 minutos siguientes al colapso, pueden producir tasas de supervivencia superiores al 49%.
4. Los programas de acceso público al DEA con tiempos de respuesta rápidos han conseguido una alta supervivencia.

3.2.2. Personal capacitado para el uso de un DEA

- El CERCP considera adecuada la liberalización del uso no negligente del DEA por personal no sanitario (cualquier trabajador), no formado, con intención de

socorrer. En todo caso, de forma óptima, se debería promover la formación de los trabajadores en técnicas de resucitación mediante su inclusión en el currículo formativo desde la planificación preventiva, siendo aconsejable que el recurso preventivo disponga de la formación necesaria y suficiente para socorrer a los trabajadores accidentados hasta la llegada del servicio sanitario.

- El CERCP considera que desde las instituciones se debería fomentar la formación en el uso del DEA de los Servicios de Emergencias No Sanitarios (Cuerpos y Fuerzas de Seguridad del Estado y Servicios de Extinción de Incendios y Salvamento, Protección Civil, Trabajadores en EECC, etc.).
- Los primeros intervinientes que, sin contar con una formación sanitaria formal, desarrollan una función que incluye responsabilidades de asistencia (por ejemplo, socorristas, personal de primeros auxilios, etc.) precisan de formación y acreditación específica en Soporte Vital Básico (SVB), DEA y mantenimiento de sus conocimientos actualizados mediante la correspondiente formación continuada o reciclaje. Se considera necesario que esta formación sea homogénea en todas las CCAA y se imparta a los recursos preventivos que velan por la seguridad de los trabajadores que se encuentran en el interior de los EECC.

3.2.3. Programa de Formación

El programa de formación en SVB y DEA debería ser elaborado a la medida del perfil del trabajador y mantener la máxima simplicidad posible, con una duración mínima de 3 horas prácticas. Esta formación debería ser reconocida por el CERCP a través de cualesquiera entidades pertenecientes al Consejo.

El CERCP considera esenciales los siguientes elementos del programa de formación en SVB y DEA:

- Riesgos personales y ambientales antes de comenzar una RCP.

- Reconocimiento de la parada cardiaca a través de la evaluación de la capacidad de reacción, la apertura de la vía aérea y la evaluación de la respiración.
- Reconocimiento de la respiración no efectiva (respiración jadeante u otras alteraciones de la respiración) como signos de parada cardiaca en trabajadores en estado inconsciente y con ausencia de capacidad de respuesta.
- Necesidad de activar el sistema de emergencias, una vez reconocida la situación de parada cardiaca.
- Compresiones torácicas de alta calidad (incluyendo la adaptación a la frecuencia, la profundidad, el retroceso completo, y la minimización del tiempo sin intervención) y ventilaciones / respiración artificial.
- Toda formación en SVB y DEA debe tener como objetivo la enseñanza de la RCP estándar, incluyendo las ventilaciones/respiración artificial.
- Uso rápido y seguro del DEA.

La formación en un DEA debe reunir los siguientes criterios de calidad en los siguientes puntos:

1. La finalidad general de los cursos de SVB y DEA es promover la adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes propios del SVB y el uso correcto de los desfibriladores automatizados, de acuerdo con las recomendaciones internacionales.
2. Los cursos destinados a la formación y acreditación específica en SVB y DEA de los trabajadores que, sin contar con una formación sanitaria formal, desarrollan una función que incluye responsabilidades de asistencia, deben contener los siguientes módulos:
 - Un módulo de SVB: con los conocimientos, habilidades y actitudes propios del SVB y la RCP, de acuerdo a las recomendaciones internacionales.
 - Un módulo de DEA: con los conocimientos, habilidades y actitudes propios del uso correcto y el mantenimiento adecuado del DEA.

El curso teórico-práctico se debe articular en base al principio del aprendizaje basado en la demostración por el docente seguida de la práctica por los trabajadores.

En consonancia con las recomendaciones de la ERC, la formación a impartir es recomendable que se divida en dos módulos bien diferenciados:

- Un módulo de la formación para el soporte vital básico de 2 horas de duración.
- Un módulo de la formación para el desfibrilador externo automático de 2 horas de duración. El CERCP considera que el tiempo de práctica sea al menos de 3 horas.

Lo ideal para las clases de formación sería impartir dichas clases de formación en distintos grupos divididos entre 6 a 8 trabajadores para las prácticas.

La persona coordinadora del equipo docente que imparte los cursos de formación ha de ser instructor acreditado por alguna de las organizaciones pertenecientes al CERCP, recomendable personal médico o de enfermería.

Los docentes de los cursos han de ser instructores acreditados por alguna de las organizaciones pertenecientes al CERCP y nunca de categoría profesional inferior a la de los trabajadores como alumnos. Se recomienda que la relación docente/alumnos en las sesiones prácticas sea de 1:6 (máximo 1:8).

La documentación mínima que debe entregarse a cada uno de los trabajadores consistirá en:

- a) Una guía de SVB y DEA avalada por el CERCP.
- b) Documentación del curso, con el cronograma, los objetivos y los docentes.

Sería deseable que los trabajadores tuvieran este material con una semana de antelación, como mínimo, a la fecha de celebración presencial del curso. La realización de un curso de DEA requiere, como mínimo, el uso del siguiente material:

- a) Diapositivas, póster o material audiovisual avalado por el CERCP para la presentación teórica.
- b) Maniqués: 1 maniquí por cada 4 trabajadores máximo.
- c) Dispositivos DEA de entrenamiento: un equipo con sus electrodos correspondientes por cada grupo de prácticas.
- d) Material de asepsia/dispositivos de barrera.

La acreditación de personal no sanitario para el uso de DEA se debería adquirir mediante la obtención del certificado individual acreditativo de la realización del curso de formación inicial y la superación de la evaluación establecida.

Dado que las competencias adquiridas, se ha demostrado científicamente se deterioran a lo largo del tiempo, se recomienda formación de reciclaje en función del colectivo profesional de que se trate, en nuestro ámbito se realizan cada 4 años.

3.2.3.1. Instalación de dispositivos DEA

El CERCP recomienda que desde las instituciones se fomente la instalación de dispositivos DEA en aquellos lugares con riesgo alto de que ocurra una parada cardiaca:

- Espacios o lugares de tránsito con gran afluencia media diaria.
- Espacios donde la población que los utiliza presente un riesgo más elevado de sufrir una parada cardiaca.
- Lugares específicos por el uso al que están destinados, como instalaciones deportivas.

- Instalaciones de trabajo peligrosos con riesgo de accidentes de parada cardíaca.

En particular, sería deseable la instalación de DEA en las terminales de transporte público con importante afluencia (estaciones, aeropuertos, puertos comerciales), grandes superficies minoristas, centros deportivos y gimnasios con número elevado de usuarios, establecimientos públicos de amplios aforos y en aquellas instalaciones industriales peligrosas o de trabajos especiales.

Asimismo, el CERCP recomienda que cuando se utilice un DEA fuera del ámbito sanitario se garantice la activación inmediata del Servicio de Emergencias Sanitarias.

Se recomienda que los lugares donde se instale un DEA deban contar con trabajadores formados para el uso de este dispositivo, durante las horas de actividad del mismo, siendo lo más adecuado para ello, aquellos que dispongan de la formación de recurso preventivo.

La persona física o jurídica que instale un dispositivo DEA ha de ser la responsable de garantizar su conservación y mantenimiento, de acuerdo con las instrucciones del fabricante, así como de la comunicación del evento en caso de ser necesario su empleo, al Servicio de Emergencias de su jurisdicción.

Aunque no es objetivo de esta investigación, el CERCP considera imprescindible que en España se pueda contar con un registro único y centralizado de paradas cardíacas producidas en pacientes de todas las edades y en todos los ámbitos (sanitarios y no sanitarios). Por ello, e independientemente de las actuaciones y estudios que se lleven a cabo a iniciativa del propio Consejo, el CERCP instará a los poderes públicos de ámbito estatal a la creación y mantenimiento del citado registro.

3.3. GUÍA DE RESUCITACIÓN CARDIOPULMONAR RCP DEL (ERC)

3.3.1. Introducción

El ERC basó sus propias directrices de resucitación en las directrices de RCP y de Cuidados Cardiovasculares de Emergencia (CCE), y las normas fueron publicadas en una serie de artículos en la primera década del siglo XIX [36-41]. Los conocimientos sobre resucitación continúan avanzando y las directrices clínicas deben actualizarse regularmente para reflejar estos avances y aconsejar al personal sanitario sobre las prácticas más adecuadas. En el periodo que transcurre entre las actualizaciones de los protocolos, se realizan informes parciales que comunican al personal sanitario los nuevos tratamientos que pueden influir de forma significativa en los resultados [42].

Las directrices que se describen en las páginas siguientes no definen la única forma en que se debe realizar la reanimación; simplemente, representan una recomendación ampliamente aceptada de cómo debe llevarse a cabo la reanimación, de forma segura y efectiva.

3.3.2. Circunstancias de referencia

El Comité Internacional de Coordinación sobre Resucitación (ILCOR) se constituyó en 1993 [43]. Su misión es identificar y revisar los estudios y conocimientos internacionales relevantes para la RCP y ofrecer un consenso en las recomendaciones de tratamiento. Los representantes del (ILCOR) establecieron en el año 2003 seis grupos de trabajo: soporte vital básico, soporte vital cardíaco avanzado, síndromes coronarios agudos, soporte vital pediátrico, soporte vital neonatal y un grupo de trabajo multidisciplinario para encargarse de temas que se solaparan, tales como las cuestiones de formación.

Para garantizar un enfoque coherente y sistemático, se creó un modelo de hoja de trabajo con instrucciones detalladas para ayudar a los expertos a documentar su

revisión bibliográfica, evaluar los estudios, valorar los niveles de evidencia y desarrollar recomendaciones [44]. Un total de 281 expertos cumplieron 403 hojas de trabajo sobre 276 temas; 380 personas de 18 países asistieron a la Conferencia Internacional de Consenso sobre Resucitación Cardiopulmonar y Cuidados Cardiovasculares de Emergencia con Recomendaciones de Tratamiento, que fue celebrado en enero de 2005 [45]. Los autores de las hojas de Trabajo presentaron los resultados de la evaluación de la evidencia y propusieron las conclusiones científicas que se extraían de las mismas. Estas conclusiones se perfeccionaron y siempre que fue posible se acompañaron de recomendaciones de tratamiento. Estas conclusiones con sus correspondientes recomendaciones de tratamiento han sido publicadas en el documento Consenso Internacional sobre Estudios de Resucitación Cardiopulmonar y Cuidados Cardiovasculares de Emergencia con Recomendaciones de Tratamiento [46].

La cardiopatía isquémica es la principal causa de muerte en el mundo [47-51], mientras la parada cardíaca súbita es responsable de más del 60% de las muertes en adultos por enfermedad coronaria [52]. A partir de datos procedentes de Escocia y de cinco ciudades de otros lugares de Europa, la incidencia anual de resucitación de una parada cardiorrespiratoria extra hospitalaria de etiología cardíaca es de entre 49,5 y 66 por cada 100.000 habitantes [53,54]. El estudio escocés incluye datos de 21.175 paradas cardíacas extra hospitalarias y ofrece información valiosa sobre su etiología (Tabla 6).

En un hospital general del Reino Unido, la incidencia de parada cardíaca primaria (excluidos los casos de no resucitación y las paradas ocurridas en urgencias) fue de 3,3 por cada 1000 admisiones [55]. Utilizando los mismos criterios de exclusión, la incidencia de parada cardíaca en un hospital universitario noruego fue de 1,5 por 1000 admisiones [56].

Etiología	Número	%
Probables enfermedades cardiológicas	17,451	-82,4
Etiologías internas no cardíacas	1,814	-8,6
Enfermedad pulmonar	901	-4,3
Patología cerebrovascular	457	-2,2
Cáncer	190	-0,9
Hemorragia gastrointestinal	71	-0,3
Obstétricas / Pediátricas	50	-0,2
Embolismo pulmonar	38	-0,2
Epilepsia	36	-0,2
Diabetes mellitus	30	-0,1
Patología renal	23	-0,1
Etiologías externas no cardíacas	1,91	-9
Traumatismos	657	-3,1
Asfixia	465	-2,2
Sobredosis de fármacos	411	-1,9
Ahogamiento	105	-0,5
Otras formas de suicidio	194	-0,9
Otras causas externas	50	-0,2
Descargas eléctricas / rayos	28	-0,1

Tabla 6: Paradas cardiorrespiratorias extra hospitalarias por etiología [53].

Fuente: Guía de RCP

3.3.2.1. La cadena de supervivencia

Las acciones que conectan a la víctima de una parada cardíaca súbita con su supervivencia se denominan Cadena de Supervivencia (Figura 9). Estas acciones incluyen el reconocimiento precoz de la situación de urgencia y activación de los servicios de emergencia, resucitación cardiopulmonar precoz, desfibrilación precoz y soporte vital avanzado.



Figura: 9: Cadena de Supervivencia ERC.

Recomendaciones para Reanimación 2005 del European Resuscitation Council

Fuente: <http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/guia-de-rnp-traducida-del-erc-2005.pdf>

En el hospital, la importancia de identificar con rapidez al paciente crítico y la activación del equipo médico de emergencia (EME) son ampliamente aceptadas en la actualidad [57]. Las anteriores directrices sobre resucitación ofrecían escasa información sobre el tratamiento del paciente durante la fase post-resucitación. Existen diferencias sustanciales en la forma en que se trata a los supervivientes inconscientes de paradas cardíacas en las primeras horas y primeros días tras el restablecimiento de la circulación espontánea (RCE). Las diferencias de tratamiento en esta fase pueden ser la razón en parte de la variabilidad de los resultados entre hospitales tras una parada cardíaca [58].

La importancia de reconocer la situación crítica y/o la angina y de evitar la parada cardíaca (sea intrahospitalaria o extra hospitalaria), así como la atención post-resucitación queda resaltada mediante la inclusión de estos elementos en la nueva cadena de supervivencia de cuatro eslabones. El primer eslabón indica la importancia de reconocer a los pacientes con riesgo de parada cardíaca y pedir ayuda con la esperanza de que una atención rápida pueda evitar la parada. Los eslabones centrales de esta nueva cadena definen la integración de la RCP y la desfibrilación como los componentes fundamentales de la resucitación precoz en el intento de reestablecer la

vida. El eslabón final, el tratamiento post-resucitación efectivo, se centra en la conservación de las funciones vitales, en especial del corazón y el cerebro. [59,60]

Los algoritmos de resucitación básica y avanzada en trabajadores adultos se han actualizado para reflejar los cambios en las directrices del ERC. Se ha hecho todo lo posible para simplificar estos algoritmos sin que pierdan su efectividad con las víctimas de paradas cardíacas en la mayoría de las circunstancias. El personal de emergencia comienza la RCP si la víctima está inconsciente o no responde y no respira con normalidad (ignorando la respiración entrecortada ocasional).

Se utilizará una única relación de compresión/ventilación (CV) de 30:2 en el caso de un único reanimador en el trabajador en intervenciones extra hospitalarias y para todas las RRCCPP de trabajadores.

La relación única se justifica para simplificar su enseñanza, facilitar la memorización de la técnica, aumentar el número de compresiones administradas y disminuir la interrupción de las mismas. Una vez que se conecte un desfibrilador si confirma un ritmo susceptible de cardioversión, se administrará un único choque. Independientemente del ritmo resultante, inmediatamente después de la descarga se deben comenzar las compresiones torácicas y las ventilaciones (2 minutos con una relación de CV de 30:2) para minimizar el tiempo de ausencia de flujo.

Las interrupciones de las compresiones torácicas deben reducirse al mínimo. Al detener las compresiones torácicas, el flujo coronario desciende substancialmente; al retomarlas, son necesarias varias compresiones para que el flujo coronario recupere su nivel anterior [61]. Estudios recientes indican que frecuentemente se producen interrupciones innecesarias de las compresiones torácicas tanto fuera como dentro del hospital [62-65]. Los instructores de resucitación deben hacer hincapié en la importancia de reducir al mínimo las interrupciones de las compresiones torácicas.

Con estas directrices se pretende mejorar la práctica de la resucitación y consecuentemente, los resultados de las paradas cardíacas. La relación universal de 30 compresiones por 2 ventilaciones debe reducir el número de interrupciones en las compresiones, reducir la probabilidad de hiperventilación, simplificar la formación y mejorar la memorización de la técnica. La estrategia de una sola descarga debe reducir al mínimo el tiempo de ausencia de flujo. El equipamiento utilizado para los cursos de resucitación de los trabajadores debe reflejar estas normas generales.

3.3.3. Soporte vital básico

El SVB hace referencia al mantenimiento de la permeabilidad de la vía aérea y al soporte de la respiración y la circulación, sin equipamiento, utilizando únicamente un mecanismo protector [35]. Este punto contiene las directrices del SVB en para trabajadores sin conocimientos médicos y para el uso de un desfibrilador automático externo. También, incluye el reconocimiento de una parada cardíaca súbita, la posición de recuperación y el tratamiento del atragantamiento (obstrucción de las vía aérea por cuerpo extraño). Los cambios en SVB, desde la guía de la Resucitación Cardiopulmonar incluyen:

- Mayor énfasis en la importancia de las compresiones torácicas de alta calidad mínimamente interrumpidas a todo lo largo de cualquier intervención de (SVA): las compresiones torácicas son sólo brevemente detenidas para permitir intervenciones específicas.
- Mayor énfasis en el uso de “sistemas de rastreo y alarma” para detectar el deterioro del paciente y permitir el tratamiento para prevenir la parada cardíaca intrahospitalaria.
- Aumento de la atención a los signos de alarma asociados con el riesgo potencial de muerte súbita cardíaca fuera del hospital a pie de campo.

- Eliminación de la recomendación de un período predeterminado de resucitación cardiopulmonar RCP antes de la desfibrilación extra-hospitalaria, sobre campo en el lugar de trabajo, tras parada cardíaca no presenciada por los servicios de emergencias médicas (SEM).
- Mantenimiento de las compresiones torácicas mientras se carga el desfibrilador, esto minimizará la pausa pre-descarga. Se disminuye el énfasis sobre el papel del golpe precordial.
- Durante el tratamiento de la parada cardíaca por Fibrilación Ventricular (FV) / Taquicardia Ventricular rápida (TV), se administra 1 mg de adrenalina después de la tercera descarga, una vez se han reiniciado las compresiones torácicas, y después cada 3-5 minutos (durante ciclos alternos de RCP).
- Se reduce el énfasis en la intubación traqueal precoz, salvo que se lleve a cabo por reanimadores con alta pericia, con mínima interrupción de las compresiones torácicas.
- Mucha mayor atención y énfasis en el tratamiento del síndrome post-parada cardíaca.
- Reconocimiento de que la implementación de un protocolo de tratamiento post-resucitación detallado y estructurado puede mejorar la supervivencia de las víctimas de parada cardíaca tras la RCE.
- Mayor énfasis en el uso de la intervención coronaria percutánea primaria en los pacientes apropiados (incluyendo los comatosos) con RCE mantenida tras parada cardíaca.

La parada cardíaca súbita es una de las principales causas de mortalidad en Europa, que afecta a unos 700.000 individuos al año [36].

En el momento en que se les practica el primer análisis de ritmo cardíaco, aproximadamente un 40% de las víctimas de paradas cardíacas presentan una fibrilación ventricular. Es probable que haya muchas más víctimas con FV o taquicardia ventricular rápida TV en el momento de la parada, pero cuando se registra el primer ECG, su ritmo se ha deteriorado a una asistolia [41,42]. La FV se caracteriza por una caótica y rápida despolarización y re-polarización. El corazón pierde la coordinación y deja de ser eficaz en el bombeo de la sangre [43]. Muchas víctimas de (PCS) pueden sobrevivir si los que les rodean actúan de manera inmediata, mientras está teniendo lugar la VF, pero es poco probable que la víctima se pueda reanimar una vez que el ritmo se ha deteriorado a una asistolia [44].

El tratamiento óptimo de la parada cardíaca en FV es que los que se encuentran junto a la víctima le practiquen una RCP (masaje cardíaco combinado con ventilación boca a boca), además de una desfibrilación eléctrica. El mecanismo predominante de la parada cardíaca en víctimas de traumatismos, sobredosis de drogas o ahogamiento, así como en muchos menores es la asfixia; la ventilación boca a boca tiene una importancia capital para la resucitación de este tipo de víctimas. El concepto de cadena de supervivencia resume los pasos vitales necesarios para llevar a cabo una resucitación con éxito (Figura 10). La mayor parte de estos eslabones son importantes para las víctimas tanto de FV como de parada respiratoria [45].

3.3.3.1. Llamada a servicios médicos, RCP practicada por testigos

Activar los servicios médicos de urgencias (SMU) o el sistema local de respuestas a urgencias médicas, por ejemplo “llamar al 112” [46,47], es decir, una respuesta rápida y efectiva podría impedir un paro cardíaco.

La RCP inmediata puede duplicar o triplicar la supervivencia a una parada cardíaca en FV [44, 48-51]. Una desfibrilación precoz a un trabajador accidentado es de suma importancia practicarle una RCP más desfibrilación en los primeros 3-5 minutos después de la parada puede producir unas tasas de supervivencia muy altas, de 49-75% [52-59]. Cada minuto de retraso en la desfibrilación reduce la probabilidad de supervivencia en un 10—15% [48-51].

3.3.3.2. Soporte Vital Avanzado y reanimación

La calidad del tratamiento durante la fase de post-resucitación afecta al resultado de ésta [60]. En la mayoría de las CCAA, el tiempo transcurrido entre la llamada a los SMU y su llegada (el intervalo de respuesta) es de 8 minutos o más [61].

A lo largo de ese lapso de tiempo, la supervivencia de la víctima depende de que los que la rodean inicien rápidamente los primeros tres eslabones de la Cadena de Supervivencia. Siendo un papel importante al desempeñar por la persona adiestrada a ello recurso preventivo. Las víctimas de parada cardíaca necesitan una RCP precoz que les aporte un pequeño flujo de sangre al corazón y al cerebro, de capital importancia en esos momentos.

También, aumenta la probabilidad de que un choque con el desfibrilador ponga fin a la FV y permita al corazón retomar un ritmo y una perfusión sistémica eficaces. El masaje cardíaco es de particular importancia cuando no se puede aplicar un choque antes de los 4 o 5 minutos posteriores al ataque [62,63]. La desfibrilación interrumpe el proceso descoordinado de despolarización y re-polarización que tiene lugar durante la FV. Si el corazón aún es viable, sus marcapasos normales retomarán su funcionamiento y producirán un ritmo eficaz, reanudándose la circulación. Es posible que en los primeros minutos posteriores a una desfibrilación con éxito el ritmo sea lento e ineficaz; puede ser necesario practicar compresiones torácicas hasta que el funcionamiento cardíaco vuelva a la normalidad [64].

Es muy aconsejable enseñar y formar a los trabajadores, en especial a los recursos preventivos sin conocimientos médicos a utilizar un desfibrilador externo automático para analizar el ritmo cardíaco de la víctima y practicar una descarga eléctrica si hay FV.

El DEA guía al usuario con instrucciones de voz, analiza el ritmo (ECG) e informa al reanimador, bien sea recurso preventivo o no, si es necesario practicar un tratamiento de descarga eléctrica. Los DEA tienen una altísima precisión y sólo realizarán la descarga eléctrica cuando haya FV (o su precursora, una taquicardia ventricular rápida) [65]. El funcionamiento del DEA se comenta posteriormente. Se han publicado diversos estudios que muestran los beneficios que tiene una RCP inmediata para la supervivencia de la víctima, así como los perjuicios de un retraso en la desfibrilación. Cada minuto sin RCP, la supervivencia de una FV con trabajadores testigos disminuye entre un 7-10% [44]. Cuando los trabajadores practican una RCP, hay una disminución más gradual de la supervivencia, con un promedio de 3-4% por minuto [44, 48-51]. Por regla general, la RCP practicada por trabajadores testigos de la parada, duplica o triplica la supervivencia a un ataque cardíaco [44, 48, 66].

3.3.3.3. Pasos del uso del SVA

El uso del (SVA) se compone de los siguientes pasos (Figura 10).

1. Es necesario cerciorarse de que tanto el que realiza el auxilio como la víctima y los que la rodean están a salvo y fuera de peligro.



Figura: 10: Algoritmos de soporte vital básico en adultos.

Recomendaciones para Reanimación 2005 del European Resuscitation Council

Fuente: <http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/guia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf>

2. Intentar recibir una respuesta por parte de la víctima. Para ello es necesario buscar esta respuesta llamando la atención del accidentado (Figura 11). Zarandee con suavidad a la víctima por los hombros y pregúntele: “¿Estás bien?”



Figura: 11: Compruebe si hay respuesta en la víctima.

Recomendaciones para Reanimación 2005 del European Resuscitation Council

Fuente: <http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/guia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf>

3. A) Si responde, deje a la víctima en la posición en que está, siempre que no se exponga a mayores peligros intente averiguar qué le pasa y obtenga ayuda si es necesario vuelva a observarla con regularidad.

3. B) Si no responde, pediremos ayuda (Figura 12).



Figura: 12: Pida ayuda.

Recomendaciones para Reanimación 2005 del European Resuscitation Council

Fuente: <http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/guia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf>

Le colocaremos en decúbito supino y luego realice la apertura de la vía aérea realizando la maniobra frente-mentón (Figura 13). Le pondremos la mano en la frente de la víctima e incline su cabeza hacia atrás con suavidad, dejando libres el pulgar y el dedo índice por si tiene que taponarle la nariz y, si es necesario, hacerle la respiración boca a boca (Figura 14). Con las puntas de los dedos bajo el mentón de la víctima, se eleva para abrir la vía aérea.



Figura: 13: Maniobra frente-mentón.

Recomendaciones para Reanimación 2005 del European Resuscitation Council

Fuente: <http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/guia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf>



Figura: 14: Detalle de la maniobra frente-mentón.

Recomendaciones para Reanimación 2005 del European Resuscitation Council

Fuente: <http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/guia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf>

4. Actuar, manteniendo la apertura de la vía aérea. Se debe oír, ver y sentir si hay una respiración normal (Figura 15): ver si se mueve el pecho, oír si la víctima emite sonidos de respiración con la boca. Hay que acercarse a la cara, sentir el aire en la mejilla.

Durante los primeros minutos después de una parada cardiaca, puede que la víctima apenas respire, o bien que lo haga en boqueadas irregulares y ruidosas. No se ha de confundir esto con la respiración normal.



Figura: 15: Oír, ver y sentir la respiración normal.

Recomendaciones para Reanimación 2005 del European Resuscitation Council

Fuente: <http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/guia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf>

Oír, ver y sentir durante no más de 10 segundos, para averiguar si la víctima respira normalmente. Si tiene alguna duda de si su respiración es normal, actúe como si no lo fuera.

5. A) Si está respirando con normalidad, colocaremos a la víctima en posición de recuperación (véase abajo) (Figura 16). Se llamará para pedir asistencia médica o se acude a un centro médico/llame a una ambulancia. Se comprueba que la víctima respira de forma regular

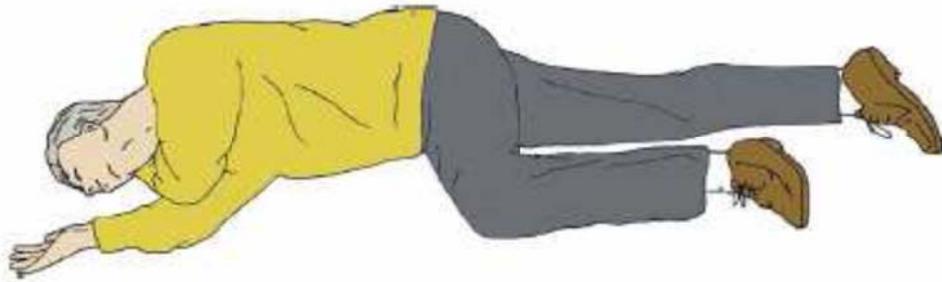


Figura: 16: La posición de recuperación.

Recomendaciones para Reanimación 2005 del European Resuscitation Council

Fuente: <http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/guia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf>

5. B) Si no respira con normalidad, se envía a alguien a pedir ayuda o, si está solo, deje a la víctima un momento para llamar al servicio de ambulancias; vuelva con ella y comience con las compresiones torácicas siguiendo estos pasos:

- arrodillarse al lado de la víctima
- colocar el talón de la mano en el centro del pecho de la víctima (Figura 17)

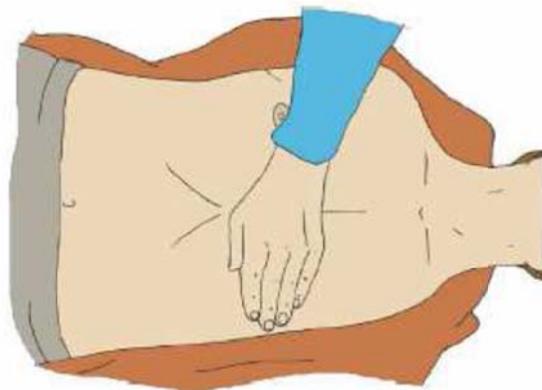


Figura: 17: Coloque el talón de una mano en el centro del pecho de la víctima.

Recomendaciones para Reanimación 2005 del European Resuscitation Council

Fuente: <http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/guia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf>

- colocar el talón de la otra mano encima de la primera (Figura 18)

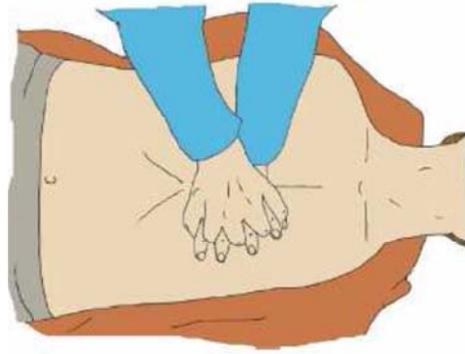


Figura: 18: Coloque el talón de la otra mano sobre la primera.

Recomendaciones para Reanimación 2005 del European Resuscitation Council

Fuente: <http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/guia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf>

- entrecruzar los dedos de las manos y cerciorarse de no aplicar presión sobre las costillas de la víctima (Figura 19). No hay que aplicar presión alguna sobre la parte superior del abdomen o el extremo inferior del esternón

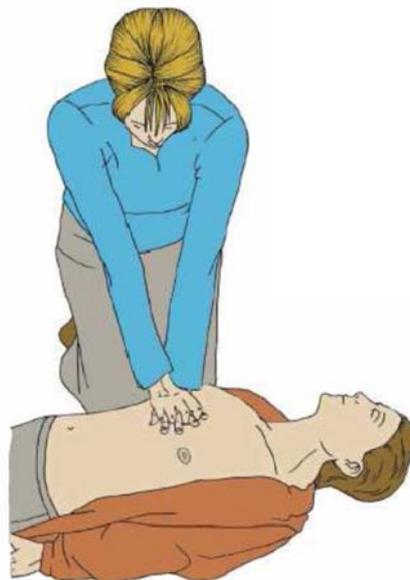


Figura: 19: Entrelace los dedos de las manos.

Recomendaciones para Reanimación 2005 del European Resuscitation Council

Fuente: <http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/guia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf>

- colocarse en posición vertical sobre el pecho de la víctima y con los brazos rectos
- comprimir el esternón hacia entre 4-5 cm (Figura 20). Tras cada compresión, libere la presión del tórax sin perder el contacto entre sus manos y el esternón de la víctima; repita a una frecuencia de unas 100 compresiones por minuto (algo menos de 2 compresiones por segundo). La compresión y la descompresión deben durar lo mismo



Figura: 20: Comprima el esternón 4-5 cm.

Recomendaciones para Reanimación 2005 del European Resuscitation Council

Fuente: <http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/guia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf>

6. A) Se deben combinar las compresiones torácicas con la ventilación boca a boca. Después de 30 compresiones torácicas, abra de nuevo la vía aérea utilizando la maniobra frente-mentón (Figura 21):



Figura: 21: Tras 30 compresiones, abra la vía aérea, maniobrando frente-mentón.

Recomendaciones para Reanimación 2005 del European Resuscitation Council

Fuente: <http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/guia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf>

- Tapar la nariz de la víctima, cerrándola con el índice y el pulgar y apoyando la mano en su frente
- Permitir que se abra su boca manteniendo elevada la barbilla de la víctima
- Inspirar una vez y coloque los labios alrededor de la boca de la víctima, sellándolos con fuerza
- Insuflar el aire en la boca de la víctima a un ritmo constante, mientras observa si se eleva el pecho (Figura 22); esta insuflación ha de durar aproximadamente un segundo, como una normal; de esta manera se realiza una ventilación boca a boca efectiva
- Manteniendo la cabeza inclinada hacia atrás y la barbilla elevada, retirar su boca de la de la víctima y observe si el tórax desciende al espirar el aire (Figura 23).
- Inspirar normalmente e insufla en la boca de la víctima otra vez, para conseguir dos respiraciones boca a boca efectivas. Luego vuelva a poner las manos inmediatamente en la posición correcta sobre el esternón y practique 30 compresiones torácicas más.

- Continuar con las compresiones torácicas y la ventilación boca a boca en una relación de 30:2.
- Detenerse para observar a la víctima sólo si empieza a respirar normalmente; en caso contrario, no interrumpa la reanimación.



Figura: 22: Insufle aire en la boca observando que al mismo tiempo se eleva el tórax.

Recomendaciones para Reanimación 2005 del European Resuscitation Council

Fuente: <http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/guia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf>



Figura: 23: Retire su boca de la víctima y observe si desciende el tórax y sale aire.

Recomendaciones para Reanimación 2005 del European Resuscitation Council

Fuente: <http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/guia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf>

Si la ventilación boca a boca inicial no hace que el pecho de la víctima se elevará como en la respiración normal, antes de intentarlo otra vez:

- comprobar que no hay nada en la boca de la víctima que obstruya su ventilación
- volver a comprobar que su barbilla está elevada y su cabeza en extensión
- no intentar hacer más de dos insuflaciones cada vez, antes de volver a las compresiones torácicas

Si hay más de un reanimador presente, han de relevarse en la RCP cada 1-2 minutos, para prevenir el agotamiento. Sin embargo, los relevos deben ser lo más rápidos posibles durante el cambio de reanimador.

6. B) En cuanto a la RCP realizada solamente con compresiones torácicas, se puede utilizar de la siguiente manera:

- si no puede o no quiere hacer la respiración boca a boca, dé solamente las compresiones torácicas
- si sólo se realizan las compresiones torácicas, éstas ha de ser continuadas, unas 100 c/min
- Detenerse para volver a observar a la víctima sólo si empieza a respirar normalmente; si no, no interrumpa la reanimación

7. Continuar con la resucitación hasta que

- llegue la ayuda profesional y le releve
- la víctima empiece a respirar normalmente
- se quede agotado

3.3.3.4. Riesgos para el trabajador reanimador

La seguridad del reanimador (recurso preventivo) y la víctima son de capital importancia durante un intento de reanimación. Los reanimadores han sufrido en muy pocas ocasiones efectos adversos por practicar una RCP, sólo se ha informado de algunos casos aislados de infecciones como la tuberculosis [67] y el síndrome respiratorio agudo [68]. Nunca se ha informado de la transmisión del (VIH) durante la RCP. No hay estudios en seres humanos que informen sobre la efectividad de los dispositivos de barrera durante la RCP; no obstante, sí hay estudios de laboratorio que muestran que hay ciertos filtros o dispositivos de barrera con válvulas unidireccionales que impiden la transmisión oral de bacterias de la víctima al reanimador durante la ventilación boca a boca [69,70].

Los reanimadores deberán tomar las medidas de seguridad apropiadas siempre que sean factibles, especialmente si la víctima padece una grave infección, como tuberculosis (TB). Durante un brote de una enfermedad infecciosa grave, es esencial que el reanimador tome todas las medidas necesarias de protección.

No se recomienda que personas sin formación sanitaria practiquen la subluxación mandibular, porque es difícil de aprender y practicar y puede provocar movimiento de la columna cervical [71]. Por lo tanto, el reanimador debe realizar la apertura de la vía aérea utilizando la maniobra frente-mentón tanto para las víctimas lesionadas como para las no lesionadas.

La búsqueda del pulso carotideo es un método poco fiable para determinar la presencia o ausencia de circulación [72]. No obstante, no se ha demostrado que comprobar el movimiento, la respiración o la tos (“signos de circulación”) proporcione un diagnóstico más certero. Tanto los profesionales de la salud como las personas sin formación sanitaria tienen dificultades para determinar la presencia o ausencia de una respiración adecuada o normal en víctimas que no responden [73,74]. Ésto puede

deberse a que la vía aérea no estén abierta [75] o a que la víctima tenga boqueadas ocasionales (agónicas).

Cuando los conductores de la ambulancia preguntan a los testigos si la víctima respira, ellos a menudo toman erróneamente las respiraciones agónicas por respiraciones normales. Esta información errónea puede hacer que el testigo de una parada cardíaca no practique a la víctima una RCP [76]. Las respiraciones agónicas tienen lugar en hasta en un 40% de víctimas de parada cardíaca. Los reanimadores describen las respiraciones agónicas como respiraciones casi inexistentes, pesadas o trabajosas, o bien ruidosas y entrecortadas [77]. Se debería enseñar a las personas sin formación sanitaria a comenzar con la RCP si la víctima está inconsciente (no responde) y no respira con normalidad.

Durante la formación de los trabajadores se debe tener en cuenta que las respiraciones agónicas suelen tener lugar durante los primeros minutos después de la parada cardiorrespiratoria. Son una señal para poder empezar inmediatamente con la RCP que no ha de confundirse con la respiración normal.

Durante los primeros minutos posteriores a una parada cardíaca sin asfixia, la sangre aún contiene un alto porcentaje de oxígeno y el transporte de éste al miocardio y al cerebro está más restringido por la disminución del gasto cardíaco que por una falta de oxígeno en los pulmones. Por lo tanto, la ventilación es menos importante, en principio, que las compresiones torácicas [78]. Es sabido que la simplificación de la secuencia de los protocolos SVB contribuye a la adquisición y retención de las técnicas [79].

Por otra parte, los reanimadores no suelen estar dispuestos a hacer de buena gana una ventilación boca a boca por diferentes motivos, como por ejemplo el miedo a contagiarse de una infección o simplemente porque les repugna este procedimiento [80-82]. Se recomienda por estos motivos y para enfatizar la prioridad del masaje

cardíaco, que se comience la RCP en adultos con las compresiones torácicas, más que con ventilación inicial.

Durante la RCP, el propósito de la ventilación es mantener una oxigenación adecuada. Sin embargo, no se sabe con certeza cuál son el volumen corriente óptimo, la frecuencia respiratoria y la concentración inspirada de oxígeno necesarios para lograrlo.

A continuación, se nombran las recomendaciones basadas en pruebas ya contrastadas y probadas.

1. Durante la RCP se reduce significativamente el flujo sanguíneo pulmonar, de manera que puede mantenerse una adecuada relación ventilación/percusión con volúmenes corrientes y frecuencias respiratorias más bajas de lo normal [83].
2. La hiperventilación (demasiadas ventilaciones o un volumen demasiado grande) no sólo es innecesaria, sino también deletérea porque aumenta la presión torácica disminuyendo, por tanto, el retorno venoso al corazón y el gasto cardíaco. En consecuencia, se reducen las posibilidades de supervivencia.
3. Cuando la vía aérea no está protegida, un volumen corriente de 1 litro produce una distensión gástrica significativamente mayor que un volumen corriente de 500ml.
4. Una baja ventilación-minuto (un volumen corriente y una frecuencia respiratoria más bajos de lo normal) puede mantener una oxigenación y ventilación efectivas durante la RCP en un trabajador adulto [86-88].
5. Las interrupciones de las compresiones torácicas (para hacer la ventilación boca a boca, por ejemplo) van en detrimento de la supervivencia [90]. Realizar las ventilaciones de rescate durante un período de tiempo más corto contribuirá a reducir la duración de las interrupciones imprescindibles.

La recomendación es que los trabajadores reanimadores realicen la insuflación en aproximadamente 1 segundo con el volumen suficiente para hacer que se eleve el

tórax de la víctima, pero evitando insuflaciones rápidas o fuertes. Esta recomendación puede aplicarse a todos los tipos de ventilación que se hagan durante la RCP, incluyendo el boca a boca y la ventilación de bolsa-válvula-mascarilla con y sin oxígeno adicional.

La ventilación boca-nariz es una alternativa eficaz a la ventilación boca a boca [91]. Se puede practicar en los casos en que la boca de la víctima está gravemente herida o no se puede abrir, cuando el reanimador está socorriendo a una víctima en el agua o cuando es difícil sellar la boca de la víctima.

No existen pruebas documentadas de que la ventilación de boca a traqueotomía sea eficaz, segura o factible; aun así, puede usarse para una víctima con un tubo de traqueotomía o estoma traqueal que necesite una ventilación de rescate.

Es necesario tener mucha práctica y conocimientos para utilizar la ventilación de bolsa-mascarilla [92,93]. Un reanimador sin ayuda ha de poder abrir la vía aérea subluxando la mandíbula al tiempo que sostiene la mascarilla junto al rostro de la víctima. Esta técnica sólo es apropiada para personas sin formación sanitaria que trabajen en áreas muy especializadas, en las que exista un riesgo de envenenamiento por cianuro, por ejemplo, o que están expuestas a otros agentes tóxicos como pueden ser los pacientes rescatados de los EECC.

Hay otras circunstancias específicas en las que los que no trabajan en el campo de la salud reciben una amplia formación en primeros auxilios que podría incluir la formación continuada en el uso de la ventilación de bolsa-mascarilla. En este caso, se debe impartir una formación tan estricta como la que reciben los profesionales sanitarios, puesto que el riesgo está presente en cada actuación que se realiza.

3.3.3.5. Compresiones torácicas

La compresión torácica genera un flujo sanguíneo al aumentar la presión intra-torácica y por la compresión directa del corazón. Aunque las compresiones torácicas, cuando se hacen de forma adecuada, pueden producir picos de presión arterial sistólica [94-114], la presión diastólica seguirá siendo baja y la tensión arterial media de la arteria carótida raramente excede los 40 mmHg. [60] Las compresiones torácicas generan un pequeño flujo sanguíneo que es crítico para el cerebro y el miocardio, y aumentan las probabilidades de que tenga éxito la desfibrilación. Revisten particular importancia cuando la primera descarga eléctrica se aplica más allá de 5 minutos después de la parada cardiaca [65]. Gran parte de la información sobre la fisiología de las compresiones torácicas y los efectos de la variación de la frecuencia de las compresiones torácicas, la proporción compresión-ventilación y el ciclo de trabajo (relación entre el tiempo en que se comprime el tórax en y el tiempo total transcurrido entre uno y otro masaje cardíaco) deriva de modelos animales. No obstante, las conclusiones de la Conferencia de Consenso [96] fueron, entre otras:

1. Cada vez que se reanuda el masaje cardíaco, el reanimador ha de colocar inmediatamente las manos “en el centro del tórax” [97].
2. Comprimir el tórax a un ritmo de más de 100 c/min [98-100].
3. Centrarse en conseguir una profundidad de compresión total de 4-5 cm (para un adulto) [101,102].
4. Permitir que el tórax se expanda completamente después de cada Compresión [103,104].
5. Tomarse aproximadamente el mismo tiempo para la compresión y la relajación.
6. Reducir al mínimo las interrupciones en las compresiones torácicas.
7. No confiar en un pulso femoral o carotideo como indicador de un flujo arterial eficaz [72-105].

No hay pruebas suficientes de que ninguna posición de las manos durante la RCP en adultos sea mejor que las otras. Directrices previas recomendaban un método para

encontrar el punto medio de la parte inferior del esternón, colocando un dedo en el extremo inferior del esternón y deslizando la otra mano hasta él [106]. Profesionales sanitarios han demostrado que se puede encontrar con mayor rapidez esa posición de manos si enseña a los reanimadores a “colocar el talón de la mano en el centro del tórax, poniendo la otra mano encima”, siempre que la exposición incluya una demostración de la colocación de las manos en mitad de la parte inferior del esternón [97]. Es lógico divulgar estos conocimientos a las personas sin formación sanitaria.

La frecuencia de las compresiones torácicas indica la velocidad a la que se aplican y no el total de las compresiones por minuto. El número viene determinado por la frecuencia, pero también por el número de interrupciones para abrir la vía respiratoria, realizar las ventilaciones de rescate y permitir el análisis del DEA. En un estudio extra-hospitalario, los reanimadores registraron frecuencias de masaje cardíaco de 100-120 compresiones por minuto, pero el número medio de compresiones se redujo a 64 compresiones por minuto por las frecuentes interrupciones [102].

3.3.3.6. Relación ventilación-compresión

Los resultados de estudios realizados no han aportado pruebas suficientes para dar preferencia a una relación de compresión: ventilación determinada.

Los datos en animales apoyan un aumento de la relación por encima de 15:2 [107-109]. Un modelo matemático sugiere que una proporción de 30:2 sería la más indicada para equilibrar el flujo sanguíneo y el aporte de oxígeno [110,111]. Se recomienda al trabajador reanimador o recurso preventivo que realice, sin ayuda alguna, una resucitación con una relación de 30 compresiones: 2 ventilaciones. Esto debería disminuir el número de interrupciones en las compresiones torácicas, reducir la probabilidad de una hiperventilación, [84-112] simplificar las instrucciones para la docencia y mejorar su aprendizaje.

Los profesionales de la salud, así como las personas sin formación sanitaria, admiten que son reacios a practicar la ventilación boca a boca en víctimas desconocidas de una parada cardíaca [80-82]. Estudios han demostrado que la RCP sólo con compresiones torácicas, puede ser tan eficaz como la combinación de ventilación y compresiones torácicas durante los primeros minutos posteriores a una parada cardíaca sin asfixia [78-113]. En trabajadores adultos, el resultado de las compresiones torácicas sin ventilación es significativamente mejor que el resultado de no aplicar ninguna RCP [114]. Si la vía aérea es permeable, las escasas boqueadas y la expansión pasiva del tórax pueden aportar algún intercambio de aire [115,116]. Puede que sólo sea necesaria una baja ventilación por minuto para mantener una relación ventilación-perfusión normal durante la RCP.

Por lo tanto, se debe animar a los trabajadores sin formación sanitaria a practicar una RCP con sólo masaje cardíaco si son incapaces o no desean practicar la ventilación boca a boca, si bien la combinación de las compresiones torácicas y ventilación es el mejor método de RCP.

En la resucitación en espacios reducidos, se puede considerar la posibilidad de una RCP por encima de la cabeza para los trabajadores auxiliares únicos y, RCP a horcajadas, para dos trabajadores reanimadores [117,118].

Hay diversas variaciones en la posición de recuperación y cada una tiene sus ventajas. No hay una posición que sea perfecta para todas las víctimas [85,86]. En cualquier caso, ha de ser una posición estable, cercana a una verdadera posición lateral con la cabeza apoyada y sin presión sobre el tórax que pueda dificultar la ventilación [121]. La ERC recomienda los siguientes pasos para colocar a la víctima en la posición de recuperación:

1. Quitarle las gafas, si las llevara.
 - a. Arrodillarse junto a la víctima y comprobar que tiene ambas piernas estiradas.

- b. Colocar el brazo más cercano al reanimador formando un ángulo recto con el cuerpo de la víctima, con el codo doblado y con la palma de la mano hacia arriba (Figura 24).
- c. Poner el brazo más lejano sobre el tórax y, el dorso de la mano, contra la mejilla de la víctima que esté más cercana (Figura 25).
- d. Con la otra mano, agarrar la pierna más alejada justo por encima de la rodilla y tirar de ella hacia arriba, manteniendo el pie en el suelo (Figura 26).
- e. Manteniendo la mano de la víctima contra la mejilla, tirar de la pierna más lejana hacia usted para girar a la víctima sobre un lado.
- f. Ajustar la pierna superior de manera que tanto la cadera como la rodilla se doblen en ángulo recto.
- g. Inclinar la cabeza hacia atrás para cerciorarse de que la vía aérea sigue abierta.



Figura: 24: Colocar brazo con el codo doblado y con la palma de la mano hacia arriba.

Recomendaciones para Reanimación 2005 del European Resuscitation Council

Fuente: <http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/guia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf>

- h. Acomode la mano bajo la mejilla, si es necesario, para mantener la inclinación de la cabeza (Figura 27).
- i. Compruebe con frecuencia la ventilación.

- j. Si la víctima ha de mantenerse en la posición de recuperación durante más de 30 minutos, gírela al lado opuesto para aliviar la presión en el antebrazo.

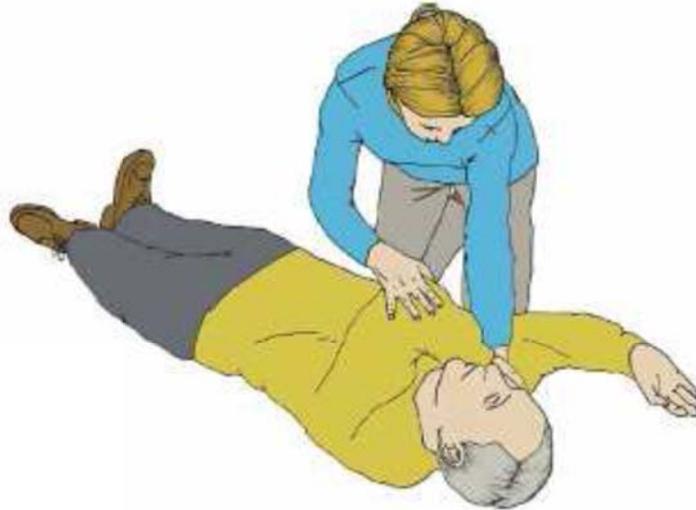


Figura: 25: Poner el brazo sobre el tórax, y el dorso de la mano en la mejilla de la víctima.

Recomendaciones para Reanimación 2005 del European Resuscitation Council

Fuente: <http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/guia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf>



Figura: 26: Agarrar la pierna más alejada y tirar de ella manteniendo el pie en el suelo

Recomendaciones para Reanimación 2005 del European Resuscitation Council

Fuente: <http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/guia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf>

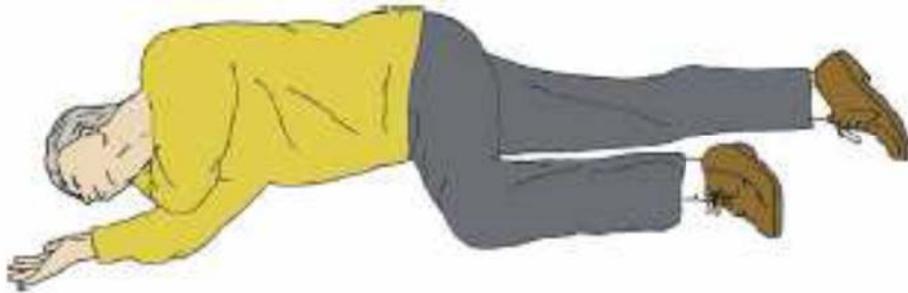


Figura: 27: La posición de recuperación

Recomendaciones para Reanimación 2005 del European Resuscitation Council

Fuente: <http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/guia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf>

La obstrucción de la vía aérea por un cuerpo extraño (OVACE) (Tabla 7) es una causa de muerte accidental poco común, pero potencialmente tratable [122]. Cada año, aproximadamente 16.000 adultos y menores en el Reino Unido reciben tratamiento en urgencias por una (OVACE). Afortunadamente, menos del 1% de estos incidentes tienen consecuencias fatales [123]. La causa más común de atragantamiento en adultos es la obstrucción de la vía aérea producida por alimentos como el pescado, la carne o el pollo [89]. En menores, la mitad de los casos de atragantamiento notificados tienen lugar mientras el niño está comiendo (sobre todo golosinas) y los demás episodios de atragantamiento son provocados por objetos como monedas o juguetes [124]. Las muertes por atragantamientos en menores de corta edad son muy poco frecuentes; en el Reino Unido, entre 1986 y 1995, se notificó una media de 24 muertes al año y más de la mitad de esos niños tenían menos de un año de edad [124].

Como el reconocimiento de la obstrucción de la vía aérea es la clave del éxito, es importante no confundir esta emergencia con un desmayo, ataque al corazón u otra dolencia que pueda provocar súbitas dificultades respiratorias, cianosis o pérdida de conciencia. Los cuerpos extraños pueden causar una obstrucción leve o grave de la vía aérea. Los signos y síntomas que permiten diferenciar una obstrucción de la vía aérea

grave de una leve se resumen en la Tabla 7. Es importante preguntar a la víctima consciente: “¿Te estás atragantando?”

Signo	Obstrucción suave	Obstrucción grave
“¿Te estas atragantando?”	“Sí”	No puede hablar, puede asentir
Otros signos	Puede hablar, toser, respirar	No puede respirar Respiración sibilante Intentos silenciosos de toser Inconsciencia

Tabla 7: Diferencia entre obstrucción grave o leve de la vía aérea por un cuerpo extraño
Recomendaciones para Reanimación 2005 del European Resuscitation Council

Fuente: <http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/guia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf>

Como la mayoría de los casos de atragantamiento están relacionados con la comida, normalmente hay testigos. Por lo tanto, suele haber una oportunidad de intervención temprana mientras la víctima aún puede responder.

La secuencia de actuación en caso de atragantamiento se ilustra en la Figura 28. Si la víctima muestra signos de obstrucción leve de la vía aérea, se le comunica que siga tosiendo, pero que no haga nada más. Por el contrario, si la víctima muestra signos de obstrucción grave de la vía aérea y está consciente, hay que darle hasta cinco golpes en la espalda, siguiendo estos pasos:

- Hay que colocarse a un lado y ligeramente por detrás de la víctima.
- Sostener el tórax con una mano e incline bien a la víctima hacia delante, de manera en el caso de que se consiga movilizar el objeto que obstruye la vía aérea, lo expulse por la boca y no progrese más en la vía aérea.
- Dar hasta cinco golpes inter-escapulares bruscos con el talón de su otra mano.

Hay que comprobar si cada golpe en la espalda ha aliviado la obstrucción de la vía aérea. El objetivo es aliviar la obstrucción con cada golpe y, no necesariamente, dar los cinco. Si, tras dar los cinco golpes en la espalda, no se ha conseguido aliviar la obstrucción de la vía aérea, hay que hacer hasta cinco compresiones abdominales, siguiendo estos pasos:

- Colocarse tras la víctima y rodéela con los brazos por la parte alta del abdomen.
- Inclinarla hacia delante.
- Cerrar el puño y colocarlo entre el ombligo y el apéndice xifoides.
- Agarrar el puño con su otra mano y tirar con fuerza hacia dentro y hacia arriba.
- Repetir hasta cinco veces.

Si la obstrucción persiste, hay que continuar alternando cinco golpes en la espalda con cinco compresiones abdominales.

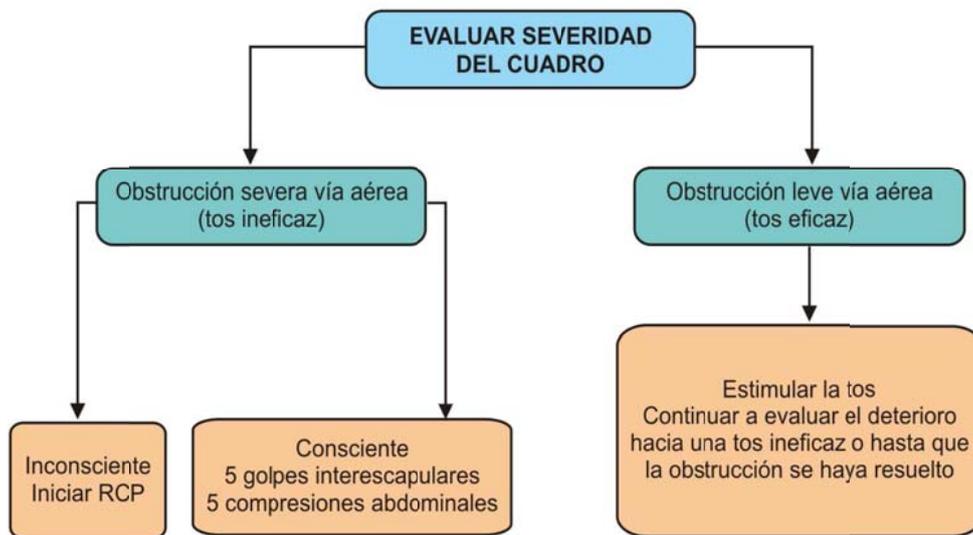


Figura: 28: Algoritmo la obstrucción de la vía aérea por cuerpo extraño (OVACE)

Recomendaciones para Reanimación 2005 del European Resuscitation Council

Fuente: <http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/guia-de-rpc-traducida-del-erc-2005.pdf>

Si la víctima se queda inconsciente en algún momento:

- a. Tender a la víctima con cuidado en el suelo.
- b. Activar inmediatamente los SMU.
- c. Comenzar con la RCP (a partir de 5b del protocolo de SVB para trabajadores adultos).

Los profesionales sanitarios, formados y con experiencia en percibir el pulso carotideo, deberían iniciar el masaje cardíaco, incluso cuando la víctima de atragantamiento inconsciente tiene pulso.

La tos genera presiones altas y sostenidas en la vía aérea, y puede expulsar el cuerpo extraño. Un tratamiento agresivo, con golpes en la espalda, compresiones abdominales y masajes cardíacos puede provocar complicaciones potencialmente serias y empeorar la obstrucción de la vía aérea. Se debe reservar para las víctimas que muestran signos de una obstrucción grave de la vía aérea. Las víctimas con una obstrucción leve de las vías respiratorias deben continuar en observación hasta que mejoren, ya que esa obstrucción puede convertirse en grave.

Los datos clínicos sobre el atragantamiento son, en gran medida, retrospectivos y anecdóticos. Para trabajadores adultos conscientes con una (OVACE) completa, los informes demuestran la eficacia de los golpes inter-escapulares, las compresiones abdominales y torácicas [125].

Aproximadamente un 50% de casos de obstrucción de la vía aérea no se recuperan utilizando una sola técnica [126]. La probabilidad de éxito aumenta con la combinación de los golpes inter-escapulares con las compresiones abdominales y torácicas [125]. Un estudio aleatorio en cadáveres [127] y dos estudios prospectivos en voluntarios anestesiados [128,129] han demostrado que se pueden generar mayores presiones en la vía aérea por medio de compresiones torácicas que con las compresiones abdominales. Puesto que las compresiones torácicas son prácticamente idénticas a las utilizadas en la RCP, se debe enseñar a los reanimadores a comenzar una RCP si la víctima probable o comprobada de OVACE se queda inconsciente. Durante la RCP,

cada vez que se abra la vía aérea se debe comprobar si hay algún cuerpo extraño en la boca de la víctima que se haya expulsado parcialmente.

La incidencia de un atragantamiento inadvertido como causa de inconsciencia o parada cardíaca es baja; por lo tanto, no es necesario comprobar que no hay cuerpos extraños en la boca de forma rutinaria cada vez que se haga una RCP.

Ningún estudio ha evaluado el uso rutinario del dedo para despejar la vía aérea cuando no hay una obstrucción visible, [120,132] y se han documentado cuatro casos clínicos en que la víctima [130,133], o su reanimador han resultado lesionados [125]. En consecuencia, se ha de evitar el uso del dedo a ciegas, y extraer manualmente materiales sólidos de la vía aérea sólo si son visibles.

Tras el tratamiento de una OVACE con éxito, puede que sigan quedando cuerpos extraños en el tracto respiratorio superior o inferior, que provoquen complicaciones posteriores. Los trabajadores víctimas que tengan una tos persistente, dificultad para tragar o la sensación de que tienen todavía un objeto alojado en la garganta, deberían consultar a un médico. Las compresiones abdominales pueden provocar graves daños internos, y todas las víctimas tratadas con ellos deberían ser examinadas por un médico en busca de posibles lesiones [125].

Tanto la ventilación como las compresiones torácicas son importantes en las víctimas en parada cardíaca cuando se agotan las reservas de oxígeno, aproximadamente en 4-6 minutos tras un colapso por FV o inmediatamente después de un ataque de asfixia. Las directrices previas intentaban tener en cuenta las diferencias en la fisiopatología, y recomendaban que las víctimas de una asfixia identificable (ahogamiento; trauma; intoxicación) deberían recibir 1 minuto de RCP antes de que el reanimador (recurso preventivo) abandonase a la víctima para pedir ayuda. Sin embargo, la mayoría de los casos de paradas cardiorrespiratorias extra hospitalaria tienen lugar en adultos y son de origen cardíaco, debido a la FV. Estas recomendaciones adicionales, que sólo afectaban a una minoría de las víctimas, hicieron más complejas las directrices.

3.3.4. Desfibrilador externo automático

En este apartado, se comentan las directrices para la desfibrilación empleando tanto desfibriladores externos automáticos (DDEEAA) como desfibriladores manuales. No obstante, hay que tener en cuenta algunas consideraciones especiales cuando un DEA va a ser utilizado por reanimadores sin formación sanitaria, como puede ser el caso de los recursos preventivos en trabajos de espacios confinados. En nuestro caso, el DEA está previsto utilizarlo en caso de auxilios a trabajadores que se encuentren en el interior de EECC y que sean víctimas de algún accidente de parada cardiorrespiratoria de distinta índole, como puede ser inhalación de gases tóxicos.

Secuencia de actuación en el uso del DEA (Figura 29):

1. *Cerciorarse de que tanto el reanimador como la víctima y todos los que le rodean están a salvo.*
2. *Si la víctima no responde ni respira con normalidad, enviar a alguien a por un DEA y a llamar a una ambulancia.*
3. *Comenzar con la RCP siguiendo las directrices para el SVB.*
4. *Tan pronto como llegue el desfibrilador.*
 - a. Encender y colocar los electrodos adhesivos. Si hay más de un reanimador, se debe continuar con la RCP mientras se prepara esto.
 - b. Seguir las instrucciones habladas/visuales.
 - c. Cerciorarse de que nadie toca a la víctima mientras el DEA analiza el ritmo.
- 5.a) *Si un choque eléctrico está indicado:*
 - a. Cerciorarse de que nadie toca a la víctima.
 - b. Pulsar el botón de choque eléctrico siguiendo las indicaciones (los DDEEAA totalmente automáticos transmiten la descarga eléctrica automáticamente).
 - c. Seguir las instrucciones visuales/de voz.
- 5.b) *Si un choque eléctrico no está indicado.*
 - a. Reanudar de inmediato la RCP, usando una relación 30 compresiones torácicas: 2 ventilaciones.
 - b. Seguir las instrucciones visuales/de voz.

6. Siga las instrucciones del DEA hasta que

- a. Llegar ayuda profesional y le releve.
- b. La víctima comience a respirar con normalidad.
- c. Se quede agotado.

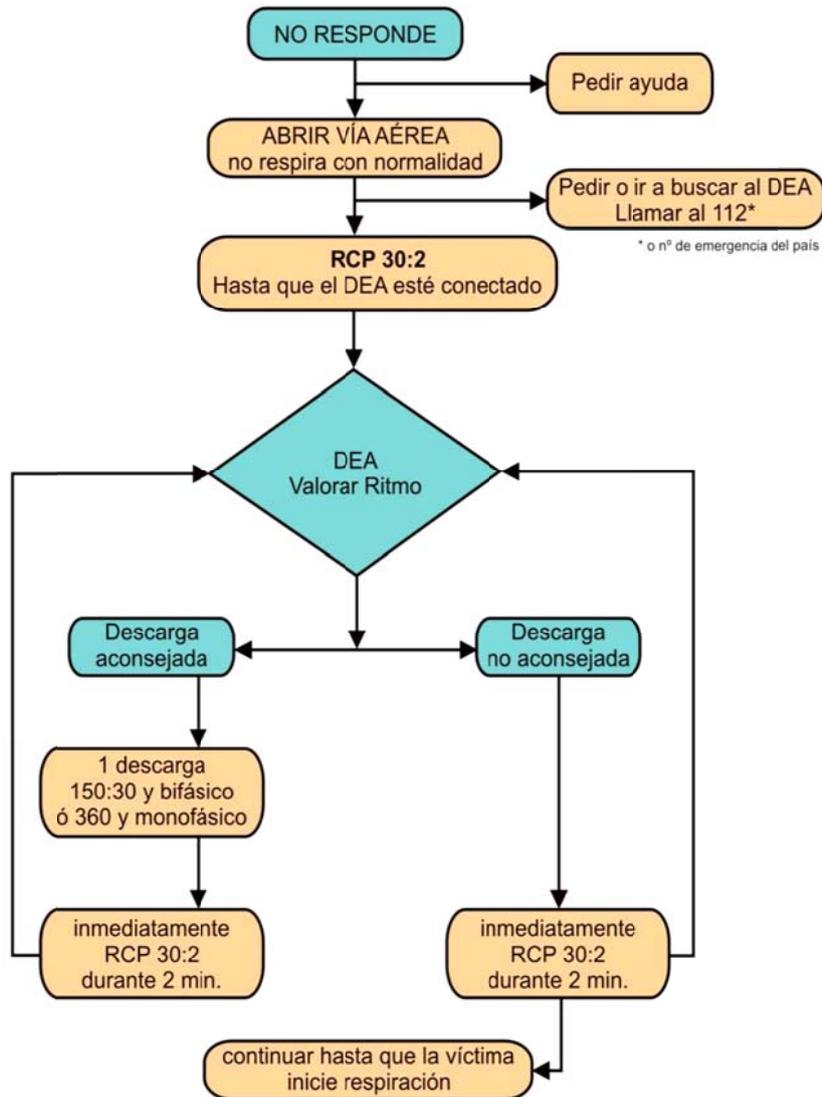


Figura: 29: Algoritmo para el uso de un desfibrilador automático externo
Recomendaciones para Reanimación 2005 del European Resuscitation Council

Fuente: <http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/guia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf>

La desfibrilación inmediata, tan pronto como se dispone de un DEA, siempre ha sido un elemento clave en las directrices y la enseñanza, y se considera de importancia capital para sobrevivir a una fibrilación ventricular. No obstante, esta afirmación se ha puesto en entredicho porque la evidencia indica que un período de compresiones torácicas antes de la desfibrilación puede mejorar la supervivencia cuando el tiempo transcurrido entre la llamada a la ambulancia y su llegada es superior a 5 minutos [62,95,134]. Hay un estudio [135] que no confirmó este beneficio, pero la evidencia apoya la conveniencia de practicar una RCP antes de la desfibrilación en víctimas de una parada cardíaca prolongada.

En todos esos estudios la RCP había sido realizada por paramédicos, que protegían la vía aérea con intubación y administraban oxígeno al 100%. No se puede esperar de personas sin formación sanitaria, como pueden ser los recursos preventivos que realizan una ventilación boca a boca una ventilación de tan alta calidad. En segundo lugar, la RCP sólo fue beneficiosa cuando el desfibrilador tardaba más de 5 minutos en llegar; es poco probable que se sepa con certeza el retraso con el que llega un reanimador con un DEA tras el colapso. En tercer lugar, aun cuando los testigos estén realizando una RCP correcta cuando llega el DEA, no parece lógico seguir con ella. Por esto motivos, estas directrices recomiendan un choque eléctrico precoz, tan pronto como llegue el DEA. Hay que hacer énfasis en la importancia de unas compresiones torácicas precoces y sin interrupciones.

En la mayoría de los sitios, la secuencia de actuación específica “siga las instrucciones de voz/visuales”. Por regla general, éstas se pueden programar, y se recomienda que se fijen de acuerdo con la secuencia de choques y tiempos de la RCP. Deberían incluir al menos:

1. *Un solo choque cuando se detecta un ritmo susceptible de cardioversión.*
2. *Ninguna comprobación del ritmo, la ventilación o el pulso tras la descarga eléctrica*

3. *Orden para reanudar de inmediato la RCP tras el choque (realizar compresiones torácicas cuando haya circulación espontánea no es perjudicial).*
4. *Dos minutos de RCP antes de que se dé una la orden de evaluar el ritmo, la ventilación o el pulso.*

Tras detectar un ritmo susceptible de tratamiento con un choque eléctrico, un DEA totalmente automático da una descarga eléctrica sin que el reanimador tenga que hacer nada. Un estudio con maniqués demostró que los estudiantes de enfermería cometían menos errores de seguridad cuando usaban un DEA totalmente automático que cuando usaban uno semiautomático [136]. No hay datos sobre seres humanos que permitan determinar si estos hallazgos se pueden aplicar en la práctica médica.

La desfibrilación de acceso público (DAP) y los programas DEA de primera respuesta pueden aumentar el número de víctimas que reciben RCP de los trabajadores testigos y una desfibrilación precoz, mejorando así la supervivencia de paradas cardiorrespiratorias extra-hospitalaria [137]. Estos programas requieren una respuesta organizada y practicada, con reanimadores formados y equipados para reconocer emergencias, activar el sistema médico de urgencias, practicar una RCP y utilizar el DEA [138,139]. Programas DEA de reanimadores no profesionales con tiempos de respuesta muy rápidos en aeropuertos [56], en aviones [57] o en casinos [59], así como estudios no controlados que utilizan a funcionarios de policía como primeros sujetos que responden [140,141], han logrado unas tasas de supervivencia muy altas, del 49-74%.

El problema logístico de los programas de primera respuesta es que el reanimador ha de llegar no sólo antes que los SMU tradicionales, sino a los 5-6 minutos de la llamada inicial, para permitir un intento de desfibrilación en la fase eléctrica o circulatoria de la parada cardíaca [142]. Cuando el retraso es mayor, la curva de supervivencia se aplana [44,51]; ganar unos cuantos minutos tiene un impacto escaso cuando el primer sujeto en responder tarda más de 10 minutos después de la llamada [61,143] o cuando el

primer sujeto en responder no mejore un tiempo de respuesta de los SMU ya de por sí breve [144].

No obstante, las pequeñas reducciones en los intervalos de respuesta logradas por los programas de primera respuesta que tienen impacto sobre muchas víctimas ingresadas pueden tener un mejor coste/beneficio que mayores reducciones en el intervalo de respuestas logradas por programas de DAP que tienen impacto en menos víctimas de parada cardiaca [145,146].

Se recomiendan los siguientes elementos para los programas de DAP:

- una respuesta planificada y practicada
- la formación de posibles reanimadores en la RCP y el uso del DEA
- enlace con el sistema local de SME
- programa de evaluación continua (mejora de la calidad)

Los programas de desfibrilación de acceso público tienen muchas probabilidades de elevar la tasa de supervivencia a una parada cardiaca si se implantan en lugares donde es probable que se produzcan paradas cardiacas con testigos [147]. Los sitios más adecuados son aquellos lugares donde se pueda producir una parada cardiaca con una probabilidad de al menos una cada 2 años (por ejemplo, aeropuertos, casinos, instalaciones deportivas e instalaciones industriales peligrosas) [137]. Aproximadamente, un 80% de las paradas cardiacas no hospitalarias tienen lugar en instalaciones privadas o zonas residenciales [148]; este hecho limita, de forma inevitable, el impacto general de los programas (DAP) en las tasas de supervivencia. No hay estudios que documenten la efectividad de la utilización de un DEA en casa.

Todo el personal de los servicios sanitarios y los reanimadores no sanitarios (recursos preventivos) pueden usar los DDEEAA como un componente integral del soporte vital básico. La desfibrilación manual se utiliza como parte del SVA.

La desfibrilación es el paso a través del miocardio de una corriente eléctrica de magnitud suficiente para despolarizar una masa crítica de miocardio y posibilitar la

restauración de la actividad eléctrica coordinada. La desfibrilación se define como la terminación de la fibrilación o, de una forma más precisa, la ausencia de FV/TV a los 5 segundos de producirse la descarga; sin embargo, el objetivo de la desfibrilación es restaurar la circulación espontánea. La desfibrilación es un eslabón fundamental en la cadena de supervivencia y es una de las pocas intervenciones que han demostrado mejorar los resultados de la parada cardiaca FV/TV. En publicaciones pasadas se enfatiza correctamente la importancia de una desfibrilación precoz con una demora mínima [149].

La probabilidad de éxito en la desfibrilación y la posterior supervivencia hasta el ingreso hospitalario disminuyen rápidamente con el tiempo [150,151] y la posibilidad de realizar una desfibrilación precoz es uno de los factores más importantes para determinar la supervivencia desde el momento de la parada cardiaca. Por cada minuto que transcurre entre la parada y la desfibrilación, la mortalidad aumenta entre un 7%-10% a falta de una RCP por parte del recurso preventivo [150-152]. Los SME con los reanimadores sanitarios tradicionales por lo general no tienen capacidad para realizar una desfibrilación en los primeros minutos después de una llamada y el uso alternativo de reanimadores no sanitarios entrenados para realizar una desfibrilación precoz mediante el uso de los DDEEAA está en la actualidad muy extendido.

Los (SME) que han reducido el tiempo de la desfibrilación tras la parada cardiaca mediante el uso de reanimadores no sanitarios (recursos preventivos) entrenados han publicado de una gran mejoría en los porcentajes de supervivencia al alta hospitalaria [153-155], alcanzándose hasta el 75% en los casos en los que la desfibrilación se produce en los tres primeros minutos de la parada [156].

Cuando un transeúnte realiza la RCP, la reducción del porcentaje de supervivencia es más gradual con un promedio de 3%-4% por minuto desde la parada hasta la desfibrilación [150-152]; la RCP por parte de un transeúnte puede duplicar [150,151,157] o triplicar [158] la supervivencia en una parada cardiaca presenciada extra hospitalaria.

Cuando sean dos los reanimadores presentes, el reanimador o recurso preventivo que maneje el DEA deberá colocar los parches mientras se realiza la RCP. Interrumpa la RCP sólo cuando sea necesario evaluar el ritmo o producir una descarga. El que maneje el DEA debe estar preparado para realizar una descarga tan pronto como se complete el análisis y se aconseje la descarga, asegurándose de que ningún reanimador esté en contacto con la víctima. El reanimador único deberá practicar la coordinación de la RCP con un manejo eficaz del DEA.

3.3.5. Única descarga y secuencia de 3 descargas

Los análisis de los resultados de la RCP durante una parada cardiaca extra hospitalaria [159] e intrahospitalaria [160] han demostrado que las interrupciones significativas son habituales, con compresiones torácicas que no ocupan más del 51% [159] al 76% [160] del tiempo total de la RCP. No hay ningún estudio publicado, que compare el protocolo de una única descarga con el protocolo de tres descargas previamente establecidas para el tratamiento de la parada cardiaca FV. Las interrupciones en las compresiones torácicas también reducen las oportunidades de convertir la FV a otro ritmo [161].

Con una eficacia del 90% en la primera descarga de onda bifásica, [162-165] la cardioversión fallida de una FV probablemente sugiera la necesidad de un período de RCP en lugar de una nueva descarga. De este modo, inmediatamente después de dar una única descarga, y sin volver a evaluar el ritmo ni tomar el pulso, se debe reanudar la RCP (30 compresiones: 2 ventilaciones) durante 2 minutos antes de realizar otra descarga (en caso de que esté indicado). Incluso si la desfibrilación tiene éxito en restaurar un ritmo de perfusión, en muy raras ocasiones se podrá palpar el pulso inmediatamente después de la desfibrilación, y la demora ocasionada por el intento de palpar el pulso puede perjudicar aún más al miocardio en caso de que el ritmo de perfusión no haya sido restaurado [161].

En un estudio de los DDEEAA en paradas cardiacas en FV extra hospitalarias, se detectó el pulso en tan solo un 2,5% (12/481) de los pacientes con el examen inicial del pulso

posterior a la descarga, aunque el pulso fue detectado un tiempo después de la secuencia inicial de descargas (y antes de una segunda secuencia de descargas) en el 24,5% (118/481) de los pacientes [165]. Si el ritmo de perfusión ha sido restaurado, el realizar compresiones torácicas no aumenta la posibilidad de FV recurrente. [166] En presencia de asistolia tras la descarga, las compresiones torácicas pueden inducir una FV [166]. Esta estrategia de descarga única es aplicable tanto a los desfibriladores monofásicos como bifásicos.

3.3.6. Morfología de la onda y niveles de energía

La desfibrilación requiere la administración de energía eléctrica suficiente para desfibrilar una masa crítica de miocardio, suprimir los frentes de onda de FV y poder restaurar la actividad eléctrica espontánea sincronizada en forma de ritmo organizado.

La energía óptima de desfibrilación es la que consigue la desfibrilación al tiempo que ocasiona un daño miocárdico mínimo. La selección de un nivel apropiado de energía también reduce el número de descargas repetidas, lo cual a su vez limita los daños al miocardio [167].

En la actualidad, tras su cautelosa introducción hace una década, se prefieren los desfibriladores que producen una descarga con una forma de onda bifásica. Los desfibriladores monofásicos ya no se fabrican, aunque muchos se siguen utilizando. Los desfibriladores monofásicos generan una corriente unipolar (es decir, un flujo de corriente unidireccional). Existen dos tipos fundamentales de formas de onda monofásica. La morfología más común es la forma de onda sinusoidal monofásica amortiguada (SMA) (Gráfico 1), que gradualmente disminuye el flujo de la corriente a cero.

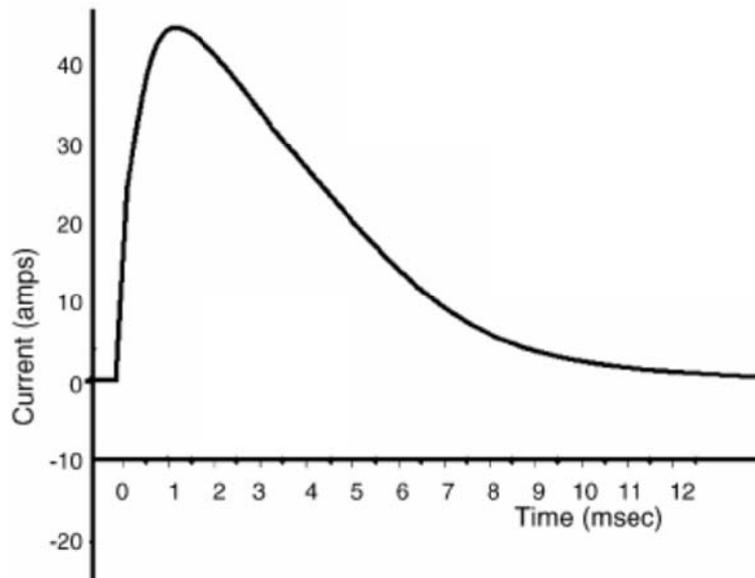


Gráfico 1: Morfología de la onda SMA

Recomendaciones para Reanimación 2005 del European Resuscitation Council

Fuente: <http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/guia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf>

La morfología de la onda exponencial monofásica troncada (EMT) finaliza electrónicamente antes de que el flujo de la corriente llegue a cero (Gráfico 2). En cambio, los desfibriladores bifásicos, producen una corriente que fluye en dirección positiva durante un tiempo específico antes de invertirse y fluir en dirección negativa durante los restantes milisegundos de la descarga eléctrica. Existen dos clases fundamentales de formas de onda bifásicas: la exponencial bifásica troncada (EBT) (Gráfico 3) y la bifásica rectilínea (BR) (Gráfico 4).

Los desfibriladores bifásicos compensan las amplias variaciones en la impedancia transtorácica mediante el ajuste electrónico de la magnitud y duración de la forma de onda. El nivel óptimo de duración de la primera fase hasta la segunda fase y la amplitud límite no se han establecido. También se desconoce si las diferentes formas de onda tienen una eficacia diferente para la FV de diferentes duraciones.

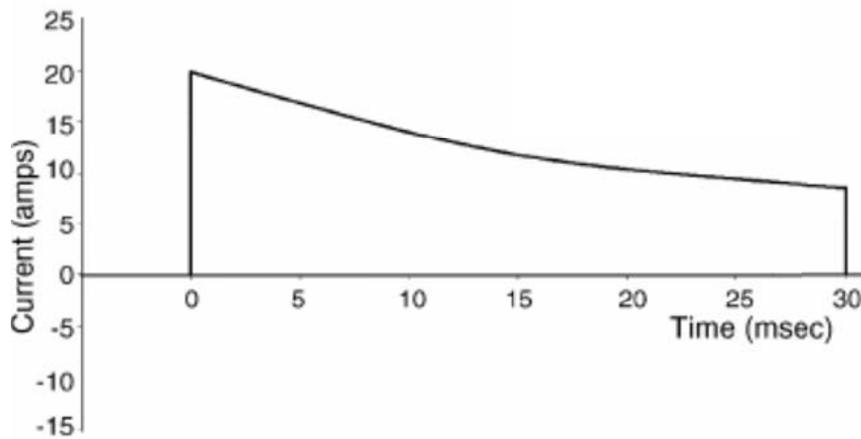


Gráfico 2: Morfología de la onda EMT

Recomendaciones para Reanimación 2005 del European Resuscitation Council

Fuente: <http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/guia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf>

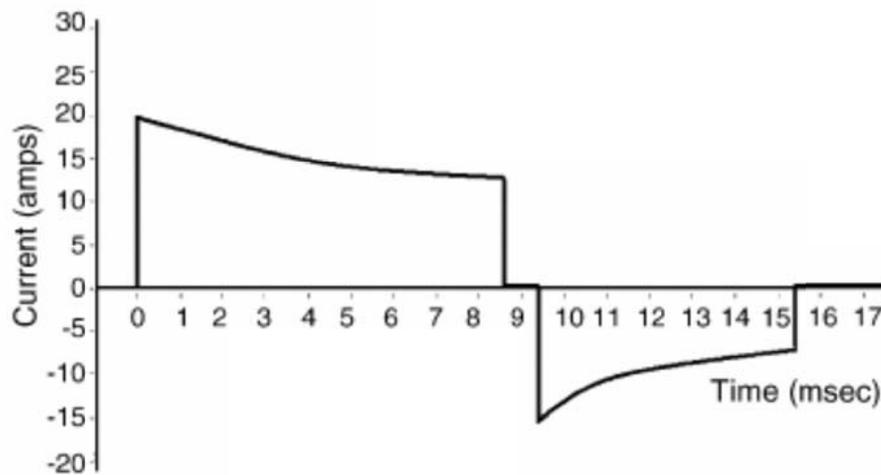


Gráfico 3: Forma de onda EBT

Recomendaciones para Reanimación 2005 del European Resuscitation Council

Fuente: <http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/guia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf>

Todos los desfibriladores manuales y los DDEEAA que permiten el ajuste manual de los niveles de energía deberían ser etiquetados para indicar su forma de onda (monofásica o bifásica) y los niveles de energía recomendados para la desfibrilación de FV/TV. La

eficacia de la primera descarga para la FV/TV de larga duración es mayor con las formas de onda bifásicas que con las monofásicas, [168-170] y por consiguiente se recomienda el uso de las primeras cuando sea posible.

Se desconocen los niveles óptimos de energía tanto para las ondas monofásicas como para las bifásicas. Las recomendaciones de niveles de energía están basadas en un consenso tras una cuidadosa revisión de la literatura actual.

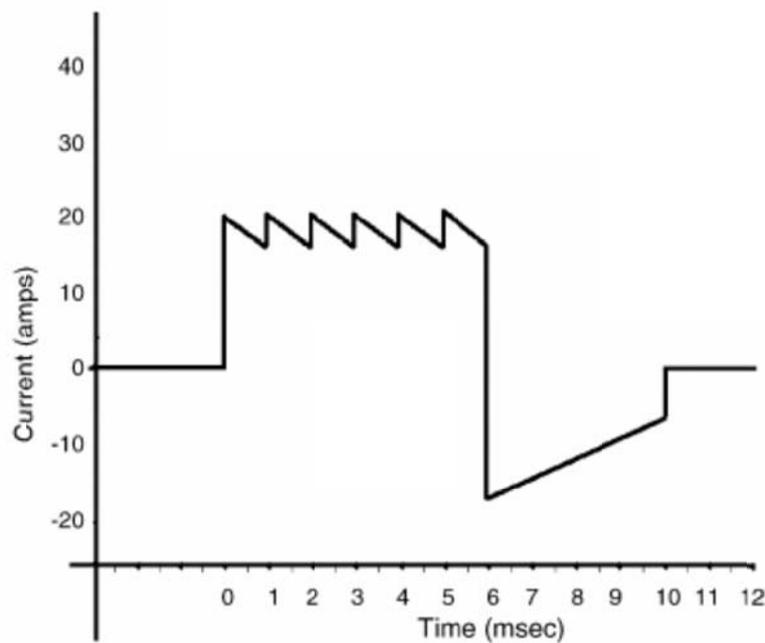


Gráfico 4: Morfología de la onda BR

Recomendaciones para Reanimación 2005 del European Resuscitation Council

Fuente: <http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/guia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf>

Aunque se seleccionan los niveles de energía para la desfibrilación, es el flujo de corriente el que consigue la desfibrilación. La corriente se correlaciona bien con la desfibrilación y cardioversión eficaz [171]. La corriente óptima para la desfibrilación mediante el uso de una forma de onda monofásica se sitúa alrededor de 30-40 A. Las pruebas indirectas de las mediciones durante la cardioversión de la fibrilación auricular

indican que la corriente durante la desfibrilación mediante el uso de formas de onda bifásicas se encuentra alrededor de 15-20 A [172].

Tal vez la tecnología del futuro haga posible que los desfibriladores descarguen en función de la corriente transtorácica: una estrategia que puede conducir a una mayor consistencia en el éxito de la descarga. Tanto la amplitud máxima de la corriente, como el promedio de la corriente y la duración de la fase deben ser estudiados para determinar los valores óptimos, y se estimula a los fabricantes para que exploren más este paso desde la desfibrilación basada en la energía a la desfibrilación basada en la corriente.

METODOLOGÍA

4. METODOLOGÍA

4.1. INTRODUCCIÓN

Como ya se apuntó, la investigación objeto de la presente Tesis Doctoral, queda definida como la optimización de los trabajos y la minimización de riesgos en la mejora de los procedimientos de trabajos actuales en el interior de espacios confinados, analizando, concretamente, el caso de los profesionales en el campo de mantenimiento en redes de alcantarillado y depuración de aguas residuales.

Mediante el desarrollo de esta investigación se pretende comprender y conocer un proceso y una realidad que se dan de manera permanente en la práctica industrial desde la perspectiva de sus protagonistas, incorporando lo que los participantes dicen, sus puntos de vista, opiniones, etc., en los cuales se adentra el propio investigador.

Una característica de este método se manifiesta en su estrategia para tratar de conocer los procesos, estructuras y personas en su totalidad. La misma estrategia indica ya el empleo de procedimientos que dan un carácter único a las observaciones. Otra característica estratégica importante para este trabajo (ya que sienta bases para el método de la investigación participativa), se refiere al papel del investigador en su trato intensivo con las personas involucradas en el proceso de investigación, para entenderlas.

Se trata de una investigación de estudio cualitativo denominada “acción participativa”. Pues dentro de la investigación, se persigue obtener resultados fiables y útiles para mejorar situaciones colectivas, basando el estudio en la participación de los propios colectivos a investigar. Es decir, el interés colectivo a investigar pasa de ser “objeto” del estudio a “sujeto” protagonista de la presente investigación, controlando e interactuando a lo largo de todo el proceso investigador (etapas, evolución, acciones propuestas y por último diseño), necesitando una implicación y convivencia del personal técnico investigador en la comunidad a estudiar. En lo referente al estudio

cualitativo, utiliza un conjunto de técnicas e instrumentos propios de este paradigma de investigación, tales como la comprobación in situ de las tareas realizadas, la toma de datos y tiempo in situ de los trabajos realizados, así como los relatos y entrevistas de algunos profesionales.

Con respecto al método en que se enmarca esta investigación, se puede asegurar que se encuadra y se basa en el método de desarrollo de acción participativa, los cuales se orientan hacia la obtención de un producto tangible, como modelo de trabajo, que incluye la producción u obtención de algo, su evaluación, y su empleo como parte de una intervención.

Al ser un método evaluado 'in situ', su valor predictivo, sus atributos de costo-beneficio y su mejora sistemática, determinan que los resultados se pueden aplicar a un proyecto de acuerdo a los plazos y al tipo de diseño. En rigor, la acción participativa define un nuevo tipo de proyecto, y una modalidad de trabajo que genera conocimiento, que produce cambios y que, en última instancia, es compatible con los otros tipos de proyecto.

Como su nombre sugiere, en ella coexisten en estrecho vínculo el afán cognoscitivo y el propósito de conseguir efectos objetivos y medibles.

Uno de sus rasgos más típicos es su carácter participativo: sus actores son, a un tiempo, sujetos y objetos del estudio. Hay, por excepción, objetivos y metas dados a priori, pero es característico de la investigación acción participativa que gran parte de las metas y objetivos se generen como parte del proceso en que ella se gesta.

Conocer el **contexto, evaluarlo y transformarlo** son parte de una misma meta, cuyo éxito se mide, en primer lugar, en términos de los progresos que produce la acción transformadora y de la mejor conciencia o el mayor compromiso de sus protagonistas, y en segundo lugar, en términos de un mejor conocimiento de la realidad.

Si bien el *QUÉ*, el *POR QUÉ* y el *PARA QUÉ* pueden ser delimitados en un proyecto de investigación acción participativa, el *CÓMO* lo está sólo en sus contornos generales, porque las formas de acción se configuran como parte de un proceso dinámico en el que cada meta alcanzada contribuye en la definición de los pasos subsiguientes.

La metodología aplicada, se plantea para conseguir de manera significativa un valor añadido a la seguridad, higiene, ergonomía y tiempo empleado en las labores realizadas en el interior de EECC, ha sido llevada a cabo en apoyo a la comprobación in situ de los métodos, equipos empleados y procedimientos [3,4], estudiando optimizar el trabajo y minimizar los riesgos de los trabajadores en los espacios confinados.

En la labores desempeñadas en EECC, vemos que la caja de composición, la proporción, la terminología del oficio (el argot), la legislación vigente, el conocimiento teórico, la ergonomía de los trabajadores, la seguridad en el trabajo, el programa de necesidades (y su metodología), la innovación..., a pesar de ser las herramientas a partir de las que se debe de afrontar y llevar a cabo este tema de investigación en la mejora del desempeño en estos lugares de trabajo, como son los EECC, en muchas ocasiones no se han tenido en cuenta [7,8].

Lo que ha venido premiando de manera generalizada, ha sido la rapidez en realizar el trabajo en el interior de los espacios confinados, permaneciendo el menor tiempo posible en su interior, sin corroborar que todas las exigencias precisas y las premisas mencionadas y exigibles se aplicaban a la perfección, o al menos sin poner demasiado empeño en ello.

4.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

4.2.1. Generalidades

El diseño de esta investigación acción participativa es flexible por naturaleza y, por tanto, siempre provisional, pues ha de irse ajustando a los devenires del proceso del estudio. De esta forma, esta Tesis ha pasado por varios planteamientos de diseño, los que se han ido ajustando a las dinámicas que ha generado la recogida de información, tiempos, métodos de trabajo, herramientas, EEPPII, maquinaria empleada, así como la consulta de bibliografía y de normativa [5,6].

Para el diseño y enfoque de esta investigación son precisos seis componentes clave: objetivos, antecedentes, metodología, resultados, diseño y conclusiones. Veamos cómo se han tratado cada uno de estos elementos en el diseño de este trabajo:

- **Objetivos**, los que responden a los motivos por los que se realiza una investigación, los que ya se han definido en el apartado 2 de esta Tesis.
- **Antecedentes**, que delimita lo que en la actualidad está ocurriendo con el fenómeno a investigar. En este sentido, esta investigación ha comenzado por el marco teórico y práctico de referencia en lo que a trabajos en el interior de espacios confinados se refiere.
- **Metodología de la investigación**, es la metodología que componen el elemento de un diseño de análisis exhaustivo por el que el investigador se pregunta sobre lo que se desea conocer gracias a la investigación. En esta Tesis, hemos comenzado por plantear la investigación en el desarrollo actual, para continuar con el estudio del estado del arte objeto de nuestro trabajo, diferenciando las investigaciones concretas centradas bien en la mejora sustancial en cuanto a calidad del trabajo realizado, como igual a la optimización del tiempo empleado. En este apartado, hay que tener en cuenta la relación estrecha que se ha mantenido con las personas objeto de estudio, las decisiones acerca del

muestreo y los métodos para recoger información. Siendo tratadas en los siguientes apartados de este capítulo.

- **Resultados**, esto es, el estudio de todos los elementos necesarios a incluir en un equipo que apoyado en los datos de la metodología utilizada en la investigación, ha servido para mejorar sustancialmente los hábitos y procedimientos de trabajo en EECC.
- **Diseño**, el que consiste en analizar y probar todos los dispositivos que se incluyen en el equipo compacto para la optimización de trabajos y minimización de riesgos en el interior de espacios confinados [2]. Diseño, representación, dibujado, modelización y montaje de todos ellos.
- **Conclusiones**, la que consiste en demostrar que los datos son creíbles y fiables, a la vez que pueden servir para apoyar o desafiar las ideas que aporta el estudio acerca del fenómeno investigado. Los criterios de credibilidad y transferibilidad son abordados en el último apartado de este capítulo.

El diseño de la investigación que se llevó a cabo, ha versado en torno a cuatro ejes: teoría, normativa, trabajo de campo y diseño. Estos cuatro ejes han constituido cada uno, un vértice del mismo poliedro, de forma que se complementan e incluso se necesitan para una comprensión más profunda y de mejor calidad de este foco de estudio.

Por ello, se ha necesitado, partir de unos postulados teóricos que enmarcara conceptualmente la orientación de la investigación y también a los profesionales que se dedican a este perfil profesional. Para trabajar el eje de esta investigación, resultó fundamental la consulta bibliográfica. Pero, aún fue preciso un nivel de concreción más estrecho para acercarse al foco de estudio “in situ” de las labores de trabajo y de la normativa, esto es, cómo se traduce la teoría en norma, o dicho de otro modo, cómo se concreta el discurso teórico procedente de la investigación acción participativa y la reflexión, en disposiciones legales que deben convertirse en actuaciones prácticas.

De esta forma, se ha analizado cómo ha ido fluyendo a lo largo de todo el proceso de investigación la ejecución de actuaciones prácticas en distintos espacios confinados.

El tercer eje de la investigación, el trabajo de campo en el contacto directo con los protagonistas que hacen este tipo de tarea, conocer su opinión y saber cómo lo viven, ha servido para conocer desde todos los ejes de la investigación, cómo se ha desarrollado el perfil del profesional operario que realiza trabajos en EECC (Figura 30).

El cuarto eje de esta investigación, lo constituye el diseño de un equipo compacto que ha resultado ser fundamental como consecuencia de los tres primeros y pilares fundamentales de ésta Tesis.



Figura 30: Ejes del entorno de la investigación

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2. Etapas de la investigación

Esta investigación de acción participativa ha pasado por las fases clásicas en el desarrollo de una Tesis. De esta forma, se define el problema, es decir, el objeto de estudio, así como los objetivos marcados para la investigación y la traza de un diseño para la misma. De un lado, era fundamental la revisión bibliográfica, la normativa y de las disposiciones no sólo vigentes, sino también derogadas [3,4,7,8]. Para haber podido llevar a cabo el diseño del equipo compacto, ha sido necesario conocer a la perfección los procedimientos de trabajo, las labores realizadas, los vicios ocultos de los operarios

y la problemática con que nos podemos encontrar a la hora de realizar este tipo de tarea. De igual modo, fueron de gran utilidad las entradas a los distintos espacios confinados y lugares peligrosos en que se fue conociendo también poco a poco el perfil de estos profesionales [2]. Se comenzó este trabajo, por el estudio de optimización de las tareas desempeñadas en el interior de los espacios confinados, pues se observó la necesidad de mejorar los distintos métodos empleados, debido a la escasez sobre este tema en la documentación consultada.

Para ello, se hizo una exploración lo más exhaustiva posible del estado del arte, es decir, se revisó la documentación encontrada sobre EECC tanto en el entorno internacional como en el nacional. Se buscaron metodologías sobre investigación en acción participativa y se analizó detenidamente. Esto ayudó a tener una visión más amplia y contextual en la orientación de esta Tesis.

A medida que se avanzando en la toma de datos de la investigación, se adentraba en el trabajo de campo, esto es, se presenciaba todas las tareas que se hacían en lo relacionado con trabajos peligrosos y EECC [5].

Una vez obtenidos los primeros datos y, a la vez iba adelantando en el estudio teórico, se observó la necesidad de contrastar aún más la información procedente de otros trabajadores u operarios que realizaban estas tareas. Fue por lo que se convocó de manera programada trabajos de limpieza y supervisión de equipos en el interior de espacios confinados, con la finalidad de aclarar cuestiones que emergían de los datos y que consideraba que tenía que seguir analizando para profundizar aún más en ellas. Cuando toda la información estuvo recogida, se procedió a ir cerrando cada una de las partes del trabajo. En cuanto a la relativa a la bibliografía, estuvo abierta a lo largo de toda la investigación, pues fue un proceso recopilatorio que finalizó simultáneamente a la conclusión de todo el trabajo.

El desarrollo de estudio se correspondió con un cronograma (Figura 31), si bien, el comienzo de cada una de las etapas o fases de la Tesis, se ha simultaneado con las tareas iniciadas con anterioridad en un proceso en espiral, que ha ido aumentando en complejidad, a la vez que en profundización en la investigación y del trabajo en su

conjunto. Las etapas que se han llevado a cabo a lo largo de esta investigación han sido fases bien diferenciadas y las cuales se describen a continuación.

Reuniones de planificación

Habiendo mantenido las reuniones necesarias de planificación, los Directores de Tesis vieron factible esta investigación en lo que respecta al diseño de un equipo compacto como mejora de los procedimientos de trabajos en el interior de EECC. Por supuesto, abriendo el abanico de expectativas laborales no solo a los espacios confinados relacionados con las aguas residuales como redes de alcantarillado, estaciones de bombeo de aguas residuales y estaciones depuradoras de aguas residuales, es decir, enfocado a empresas privadas o públicas destinadas al saneamiento y depuración de aguas residuales y no residuales, sino también a empresas del sector petrolífero, minero, navieras, pesqueras, buques, etc. Todo ello, sin olvidar a equipos de Salvamento y Rescates especiales en EECC [1,2,6], siendo empresas tanto de capital público como privado que precisen o destinen a los servicios de recate, asistencia y emergencia en situaciones de riesgo como pueden ser bomberos, salvamento, urgencias, etc., en definitiva, todos los cuerpos y fuerzas de seguridad del estado.

La motivación de investigar en este campo ha sido influenciada por años de experiencia en el sector que han permitido ser conocedor de vicios ocultos. Las faenas realizadas en el interior de espacios confinados, por lo general no son visibles al ojo público. Se trata de un trabajo que requiere un alto grado de cumplimiento y compromiso, tanto con uno mismo como con el resto de compañeros. La confianza que los trabajadores adquieren con el paso de los años y la suerte de no estar presente o ser partícipes en graves accidentes relacionados con los espacios confinados, les hace ser inconsciente de todos los riesgos que este tipo de trabajo conlleva. Todo esto,

a pesar de estar, por lo general, bien formado e informado de los distintos riesgos a los que están expuestos cada vez que se accede a un espacio confinado [9].

Teoría, toma de datos, interpretación y legislación aplicable

La entrada en EECC para realizar trabajos de distinta índole es algo que por desarrollo laboral se viene gestando desde hace muchos años, por lo que se conoce bien los procedimientos y trabajos que se llevan a cabo. Habiendo sido éstos analizados, desde de un prisma externo a los trabajos desarrollados.

El hecho investigar en este ambiente laboral, ha llevado a introducirnos en numerosos espacios confinados de distintas localidades, tanto de Almería como de Granada. Siempre con el ánimo alegórico de conocer personalmente el trabajo que se desarrolla en el interior de las redes y pozos de alcantarillado y en las estaciones de bombeo de aguas residuales. Esto ha permitido observar las numerosas negligencias que se llevan a cabo, con y sin conocimiento de los trabajadores que las realizan, puesto que en ocasiones, es tanta la presión con la que trabajan en un ambiente tan hostil, rodeado de inconvenientes, a sabiendas del lugar donde te encuentras, con poca iluminación, intranquilidad, etc... que a veces, se ha pasado por alto el cumplir la normativa vigente así como con el procedimiento y protocolos, llegando a realizar verdaderas atrocidades [3,4,7,8]. Tales que los propios trabajadores que las realizan, no son conscientes de lo realizado y cuando se les ha comentado o se les ha ensañado imágenes que lo evidencian, se han echado las manos a la cabeza siendo conscientes de que han puesto su vida en peligro [13,14].

Publicación de un artículo JCR

En marzo del 2012, se presentó un artículo en una revista de impacto internacional de referencia en la macro área de ingeniería de mantenimiento. Este artículo estaba relacionado con el trabajo que se realizaba en la actualidad en el interior de espacios confinados [1,2]. Al ser publicado, fueron los ánimos suficientes para seguir adelante con este trabajo de investigación y todo lo que lo rodea, pues en esta Tesis se ha

enfaticado aún más en el diseño de un equipo compacto y su configuración de manera global con todos los equipos de los que se compone.

Patente del equipo compacto a la OEPM

En marzo del 2012, se presentó a la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) una memoria de una idea generalizada de lo que ahora se presenta como finalidad perseguida en la presente Tesis Doctoral. La propuesta presentada igualmente tubo aceptación por la Oficina de Patentes y Marcas como modelo de utilidad, habiendo sido aprobada la patente en febrero de 2013.

Búsqueda de equipos necesarios para formar equipo compacto

A la vez que realizaban trabajos de acceso al interior de EECC y se mantenían reuniones de planificación, se han estado buscando y comparando los distintos equipos de los que se compone el diseño del equipo compacto para la optimización de trabajos y la minimización de riesgos en estos lugares. Todos los dispositivos elegidos como los más adecuados para incluirlos en el diseño del equipo compacto, han sido determinados bien en comparativa de las características técnicas de los mismos, o bien por la fiabilidad obtenida en las pruebas realizadas, puesto que algunos de los equipos se han probado físicamente en el interior de espacios confinados gracias a la gentileza de los fabricantes o distribuidores que nos lo han facilitado [288-303,313,316-317]

Etapa de diseño y modelado

En la etapa de diseño y modelado del equipo compacto para la optimización de trabajos y la minimización de riesgos en el interior de espacios confinados, se han tenido en cuenta muchos factores tanto de manera directa como indirecta. Como prioridad y principal requisito ha sido necesario preservar que todos los equipos dispongan del certificado (CE) y cumplan con la legislación vigente para trabajar en el interior de EECC. Para ello, algunos de los equipos deben tener una protección IP

necesaria, para evitar que la humedad afecte a su correcto funcionamiento, también, algunos dispositivos deben reunir condiciones de seguridad en cuanto a (ATEX). Esto es imprescindible puesto que en EECC predomina la presencia de biogás y monóxido de carbono, con el consiguiente riesgo que ello conlleva al trabajar en una atmósfera explosiva. Cuando los trabajadores son conocedores de la presencia de estos gases tóxicos, gracias al medidor de gases que así lo detecta, es necesario utilizar las herramientas y equipos ATEX para evitar una deflagración como consecuencia de un falso contacto o de una chispa y que pudiese provocar un accidente laboral de grandes dimensiones [288-320].

Etapa de creación del material multimedia

Para la etapa de diseño y creación del material multimedia, fue necesario tener claro que equipos y dispositivos serían los que se incorporarían al equipo compacto para actuar en trabajos en el interior de EECC. Una vez elegidos todos los equipos y dispositivos que se incluirían en el equipo compacto, se ha estudiado el planteamiento de la ubicación y reparto de todos los dispositivos y elementos necesarios que han sido definidos para incluir en el interior del equipo compacto para la optimización de trabajos y la minimización de riesgos en el interior de EECC.

Aunque, de la mayoría de los elementos que se incluyen en el diseño del equipo compacto, se disponía de información técnica y gráfica suficiente para la redacción y representación de esta Tesis Doctoral, se ha preferido representar de manera independiente cada uno de los elementos con el fin de dar cabida al entendimiento de todas las partes de que se compone.

Para ello, se representaron todos los elementos que forman el equipo compacto. Posteriormente, y, tras un laborioso trabajo de modelización, se ha realizado el (render) a todos y cada uno de ellos de los elementos dibujados, para posteriormente hacer la creación de montajes de vídeos de las distintas secuencias en las que se describen todos los elementos incluidos en el diseño del mencionado equipo.

Por último, se ha determinado culminar la presentación, haciendo montajes de apoyo con vídeos de las distintas secuencias de trabajo en el interior de EECC, incluyéndolos en una presentación que tiene como finalidad definir el diseño de final del equipo compacto.

A continuación, en la Figura 31, se observa un cronograma ampliado de las distintas etapas que se han llevado a cabo, así como las partes de las que se ha acompañado cada una de ellas.

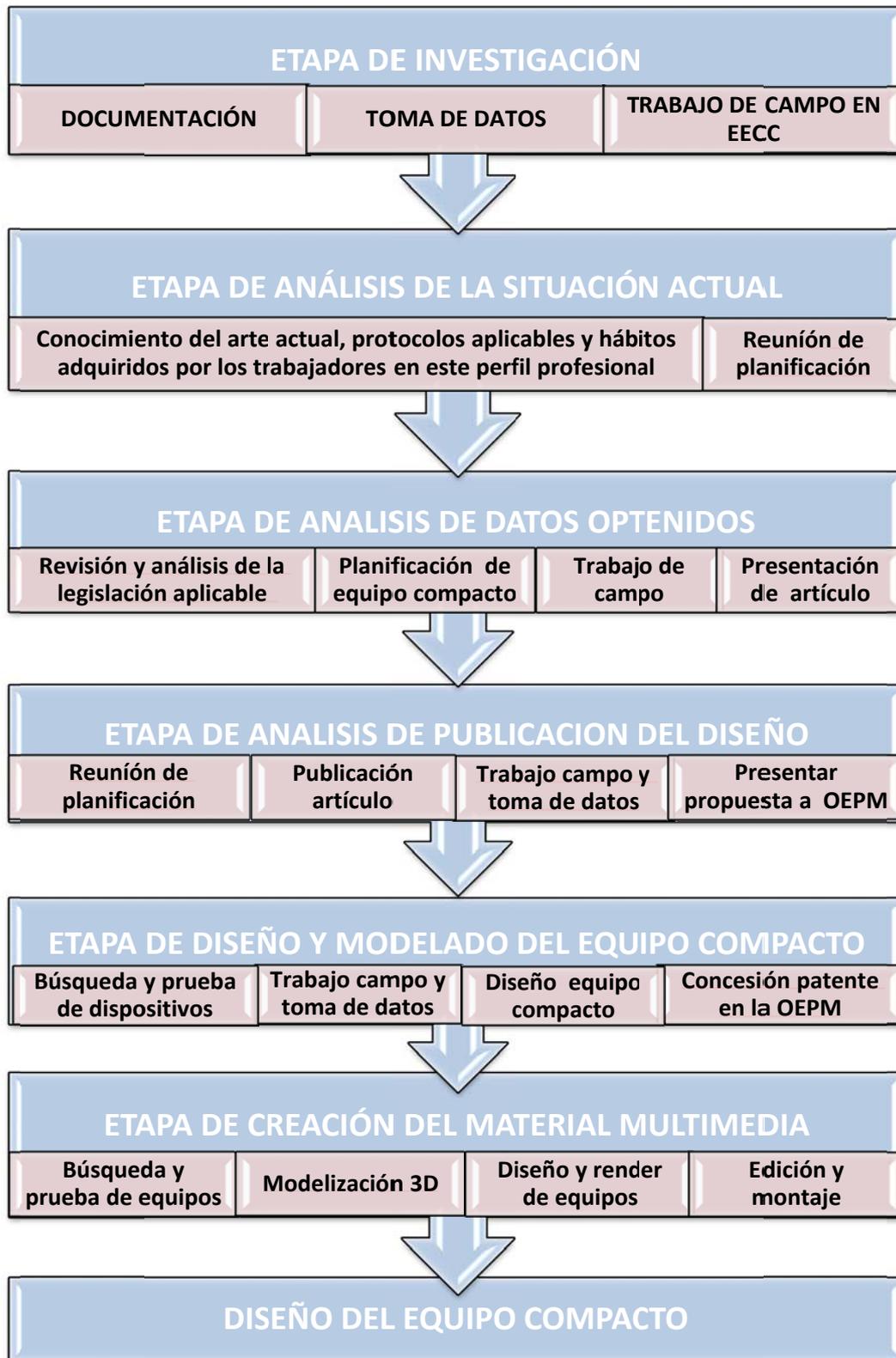


Figura 31: Cronograma ampliado de las fases de la investigación

Fuente: Elaboración Propia

4.2.3. La recogida de información

Se han utilizado tres formas fundamentales para la recogida de información: la observación, el acceso físico al interior de los EECC a pie de campo para la toma de datos y el análisis de los resultados.

La recogida de información para este trabajo versa en torno a los mismos cuatro ejes que se han señalado en la Figura 30 de este mismo capítulo, que ahora se amplía en la Figura 32:

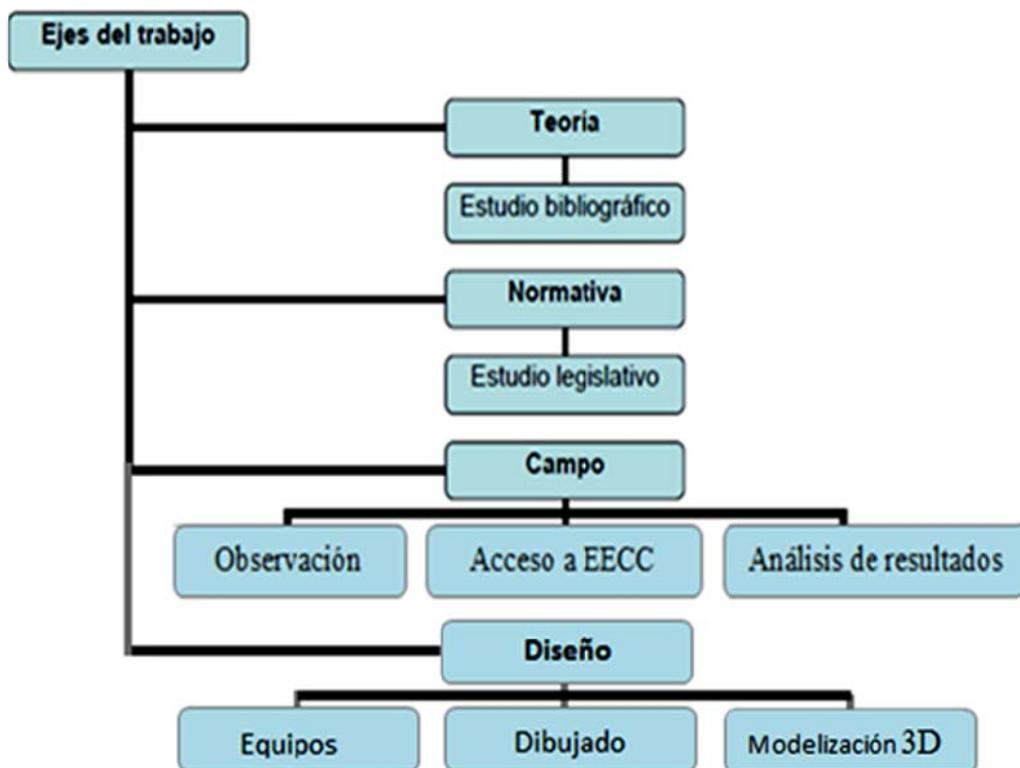


Figura 32: Métodos de recogida de información en cada uno de los ejes del trabajo

Fuente: Elaboración Propia

De esta forma, además del estudio bibliográfico y de normativa en torno al fenómeno a investigar, se ha querido humanizar este proceso escuchando las voces de algunos de los protagonistas en el entorno de trabajo que rodean en la empresa en la que se

realizan los trabajos, yendo in situ a pie de campo en torno a todo lo que rodea a los trabajos en el interior de EECC, a la práctica en definitiva.

Para recoger las opiniones de estos profesionales se han entrevistado a distintos profesionales del sector y analizando al detalle los trabajos realizados a lo largo de la trayectoria profesional de doce trabajadores con distintas funciones y responsabilidades, tanto de dentro de la empresa, como de subcontratas del mismo sector profesional que prestan su apoyo a realizar este trabajo cuando es necesario. Para ello, han realizado numerosas fotografías y se ha grabado secuencias de vídeos de distintas partes de las jornadas laborales que se pretendían resaltar. En total, ha tenido una duración aproximada de sesenta horas de grabación, para posteriormente hacer una selección de las partes que se perseguían mostrar. Para poder hacer estas grabaciones se ha empleado los medios materiales y humanos que se dispone al alcance para realizar este tipo trabajos, como pueden ser:

- Colaboración de otros trabajadores dedicados a esta tarea.
- Camiones de saneamiento, camiones grúa.
- Vehículos.
- Acceso a EECC.
- Maquinaria y herramientas.
- Equipos de respiración autónoma y semiautónoma.
- Máscaras para gases.
- Trípodes.
- Arnese y cuerdas de vida.
- Extractores, ventiladores y mangas de aire.
- Medidores de gases.
- EEPPII necesarios (guantes, botas, cascos auditivos, cascos protectores, etc...).

Así, la investigación empírica de este trabajo recoge las aportaciones de estos profesionales del sector de trabajos en lugares peligrosos y EECC.

4.3. EL ACCESO A ESPACIOS CONFINADOS EECC

4.3.1. La experiencia en la recogida de información

El acceso a EECC, en lo que respecta al trabajo en el sector de las aguas residuales, se realiza, por lo general, para realizar una reparación a un equipo (bien sea eléctrico o mecánico) o para realizar la limpieza del espacio confinado. Puesto que, aunque parezca extraño o no se conozca al detalle, a menudo, a estos lugares hay que acceder para mantenerlos limpios y que los equipos que allí se encuentran puedan realizar el papel para el cual han sido diseñados e instalados.

Con esta investigación, se ha pretendido alcanzar mejoras y soluciones a los procedimientos existentes así como minimizar los riesgos expuestos al profesional en el sector de acceso a EECC. Podrían haber sido muchos los planteamientos, pero se optó, por el que una de las técnicas de recogida de información consistiera en observar, fotografiar, grabar y entrevistar a los protagonistas, esto es, conocer la realidad de primera mano.

El acceso a EECC como instrumento de investigación no es un intercambio informal, dejado a la improvisación, pero tampoco es un interrogatorio o carácter disuasorio, más bien se trató de un trabajo preparado y negociado entre las partes, donde no se admitieron las sorpresas y, siempre, bajo el más absoluto el respeto. De esta forma, quienes participaron en los trabajos en el interior de EECC, tuvieron la misma relevancia en el proceso, es decir, para la elaboración de este estudio no sólo fue importante el operario observado, grabado, fotografiado y entrevistado en el transcurso de sus labores, sino también la tarea del investigador y de sus prolegómenos, ya que para que las respuestas fueran de interés, las preguntas tuvieron que ser muy estudiadas [3,4].

Lo que sí fue común a todas las entradas y trabajos en el interior de EECC es la importancia de establecer un clima de confianza con los trabajadores que acceden al

interior, que fueron los informantes, para alcanzar así una comprensión detallada de sus experiencias y perspectivas.

No se puede obviar que el investigador también es conocedor de la problemática para acceder y trabajar en el interior de los espacios confinados por la experiencia laboral adquirida a lo largo de los años en estas labores. Así mismo, es compañero de trabajo en la empresa en la cual de manera directa e indirecta ha ejercido como superior jerárquico. Este hecho ha condicionado positivamente la recogida de información, ya que el investigador tenía un conocimiento previo de casi todos los informantes, por tanto, la accesibilidad a ellos y su buena predisposición ha sido fundamental.

A pesar de que la cámara de fotos y vídeo fue un factor que hizo sentirse un poco incómodos a los operarios, en general, en todos los casos, el clima de trabajo fue muy positivo y ameno, o al menos así se percibió. Creo que esto se debe a que también el investigador ha sido consciente del trabajo que realizan y desempeñan y que, en algunas ocasiones, se ha involucrado y prestado su ayuda y apoyo en el trabajo realizado en el interior de EECC como un operario más.

Los trabajos en EECC comenzaron de manera habitual, es decir, siguiendo las pautas marcadas en el permiso de trabajo antes de acceder al interior del espacio confinado [17-21,25]. De este modo, todas las preguntas y charlas mantenidas han sido llevadas a cabo en base al guión indicado según se puede observar en los Permisos de Trabajo en EECC. Los temas afrontados siempre han sido enfocados con opiniones correspondientes a los distintos puntos tenidos en cuenta [3,4,7,8].

A lo largo de cada intervención en los distintos habitáculos accedidos, no se perdió de vista a los operarios informantes, puesto que se trataba de obtener la perspectiva más real de los trabajos realizados. En todas las intervenciones en EECC, el investigador intentó mostrar una buena actitud, agradecimiento por la colaboración desinteresada de los compañeros informantes y se esforzó por que la participación y propuestas fuera activa, intentando no persuadir y dejar que los operarios se expresaran

físicamente con libertad, para que la información de movimientos y hábitos adquiridos por los años fluyera sin presiones.

En todas las intervenciones de preparación, fuera y dentro de los recintos peligrosos, se empleó un block de notas, un cronómetro digital y una cámara de fotos y vídeo con IP65. Se utilizó una cámara con este tipo de protección (IP), porque no hay que olvidar que en el interior de los espacios confinados, además de gases tóxicos perjudiciales para la salud, suele existir por lo general gran cantidad de CH₄ como consecuencia de la descomposición de la materia orgánica existente en el agua residual al encontrarse en un estado anaeróbico. En esta descomposición se liberan sulfuros de hidrógeno produciendo H₂S, acompañado de un 30% de CO₂ y un 50% de metano, siendo éste gas explosivo [13,16]. NO hay que olvidar que también se iba dotado del resto de EEPPII necesarios [2,6].

4.3.2. La redacción del informe de la investigación

La redacción del informe constituyó la última fase de la investigación, lo que no significó que esta etapa no conviviera con las fases anteriores, como son las centradas en los ejes de la teoría y de la normativa, es decir, simultáneamente a la elaboración del informe se continuó con el estudio de la legislación y de la teoría sobre orientación de la Tesis, de forma que en el momento de la conclusión del informe es cuando concluyó el trabajo en su conjunto.

El informe comenzó a redactarse y a plantearse cuando todavía no había finalizado el trabajo de campo y hubo una etapa en la que coincidió el final de la recogida de información en el campo, con la categorización y triangulación, el cual se iba enriqueciendo a medida que se finalizaban los procesos anteriores, en un proceso de bucle, de recogida y análisis de la información.

4.3.3. El tratamiento de los datos

A la hora de tratar los datos recogidos en esta investigación, se ha procurado mantener siempre presente sus objetivos. Las unidades de registro han sido los datos en sí mismos, las fases y tareas llevadas a cabo para acceder o permanecer en el interior del espacio confinado, sin perder de vista la autoría de los tiempos, la cual se respetó e introduciendo los datos obtenidos como evidencias en el informe, es decir, tiempos empleados en cada una de las distintas fases de preparación y realización. Sin embargo, para interpretar y analizar estos tiempos y datos o unidades de registro, se ha trabajado con unidades de contexto, es decir, aquellos fragmentos que conllevan aparejada una interpretación del investigador y que ayudan a la reconstrucción final del informe.

El diferenciar entre unidades de registro y unidades de contexto ha ayudado a tener en cuenta la diferencia entre los datos y la interpretación de los mismos, pues se trata de dos asuntos completamente distintos. El haber mantenido presente esta diferenciación a lo largo de toda la investigación aporta rigor a la misma, además de que valora las opiniones de los operarios informantes y, por tanto, respeta a los participantes.

Comenzó el proceso de codificación de los datos, el cual lleva a la localización de los indicios. Posteriormente, se pasó a agruparlos en unidades de significado en torno a cada una de las categorías y subcategorías, que después se trabajaron incluyendo una descripción de las texturas de la experiencia, esto es, qué ha ocurrido. Después de todo este proceso, se ha construido una descripción holística sobre el significado y la esencia de la experiencia.

Analizar los datos recogidos para la investigación acción participativa basada en la toma de datos reales, fehacientes y opiniones de los operarios protagonistas, implica profundizar, interpretar y comprender. En este caso, se ha tratado de trabajar con este rigor, contrastando, a modo de triangulación, los datos procedentes de las intervenciones y grabaciones en los EECC, las impresiones de los operarios, las

impresiones del investigador, con los recogidos en los textos y normativa [6,7,17-21,25].

4.3.4. El proceso de categorización

4.3.4.1. Introducción

Todas las intervenciones en EECC fueron transcritas por el investigador. Una vez acabado el proceso de interpretación de los tiempos, fotografías, charlas y vídeos, son analizadas e identificadas las fases a la que correspondía cada fragmento, examinando la metodología y el tiempo empleado en cada uno de ellos en trabajo de campo. En la Tabla 8 se muestran los tiempos empleados en cada uno de las distintas fases llevadas a cabo. De igual modo, se pueden observar los distintos procesos (vídeos). Podemos destacar que no hubo correcciones referidas a los contenidos en los vídeos o fotografías, sino que más bien se emplearon fragmentos de los auténticos, con intención de conocer realmente la problemática investigada.

Respecto a las grabaciones de vídeo y a las fotografías, el empleo de las mismas fue autorizado por los operarios intervinientes, todas las grabaciones de vídeo y fotografías fueron obtenidas por el transcurso de los trabajos realizados in situ en el exterior e interior de los EECC.

En el caso de esta investigación, el criterio utilizado fue la intervención en el interior de EECC. Así que el proceso comenzó con la medición y análisis del tiempo empleado en cada una de las fases de preparación y desarrollo de los trabajos realizados en el interior de los EECC, análisis de los procedimientos y metodología aplicada en cada momento de preparación, análisis de las entrevistas y charlas con operarios donde se comentaban sus impresiones y puntos de vista, fotografías y vídeos, para resaltar y terminar con aquellos datos que iban surgiendo.

Se ha utilizado programas de tratamiento de datos tales como el procesador de textos informáticos (Word) ha sido un instrumento fundamental, la hoja de cálculo (Excel), el programa (Adobe Indesign) para el resultado final del informe, el visualizador de fotos de (Windows), el editor de video (Adobe CS6 Premiere), el programa de dibujo y modelación (Autocad 2011), el programa para diseño (Sketchup Pro), edición de vídeo (3D Studio), la aplicación (Prezi) para la presentación final, una cámara de fotos y vídeo, block de notas, un cronómetro digital y vehículo.

La tarea a realizar a pie de campo en la preparación y el acceso al interior de EECC, por supuesto que se comentó antes de realizarse, pero en ningún momento se les insistió en la metodología a llevar a cabo, puesto que todos ellos están debidamente formados para realizar este tipo de trabajos. La relación de los datos tomados fueron aquellos que identificaban los tiempos empleados en la preparación de elementos y equipos para, posteriormente, utilizarlos en los trabajos. La relación de procesos a la que se llegó, como pautas necesarias a realizar antes, durante y después de realizar un trabajo en el interior de EECC, resultó ser decisiva para realizar esta investigación y se exponen en el siguiente apartado.

4.3.4.2. Resumen de procesos a llevar a cabo para el acceso a EECC

A continuación se relacionan las pautas necesarias para la intervención en un EC:

1. Vaciado de la furgoneta de los equipos, herramientas y elementos existentes en su interior. O en su defecto hacer hueco suficiente.
2. Colocado de los equipos vaciados de la furgoneta en un lugar accesible sin que entorpezca otra labor a realizar.
3. Localizado todos los medios humanos, dispositivos y elementos necesarios para realizar el trabajo en el interior del espacio confinado. Los equipos cargarlos en el vehículo para poder usarlos. Estos equipos más significativos serían:
 - 3.1. Disposición de los trabajadores necesarios, siendo obligatorio y necesario que entre ellos se encuentre la figura de un recurso preventivo.
 - 3.2. Vehículo o vehículos a utilizar.

- 3.3. Necesidad de camión de saneamiento o camión grúa.
 - 3.4. Generador eléctrico.
 - 3.5. Iluminación de protección.
 - 3.6. Escaleras portátiles.
 - 3.7. Equipos de respiración autónoma o semiautónoma.
 - 3.8. Mascaras faciales.
 - 3.9. Casco de protección.
 - 3.10. Cascos auditivos.
 - 3.11. Prendas apropiadas y botas de goma.
 - 3.12. Guantes de goma.
 - 3.13. Arnés.
 - 3.14. Cuerda de vida.
 - 3.15. Trípode de rescate.
 - 3.16. Medidor de gases.
 - 3.17. Herramientas de mano
4. Comprobado que todos los elementos y dispositivos necesarios se encuentran en perfecto estado para poder ser utilizados.
 5. Preparado de aquellos que no estén en condiciones para ser usados.
 6. Preparado de operarios que vayan a realizar el trabajo de todos los EEPPII necesarios para acceder al espacio confinado.
 7. Desplazamiento al lugar donde se vaya a acceder al espacio confinado.
 8. Cumplimentado del permiso de trabajo y atender cuantas indicaciones y directrices indique el responsable del trabajo a realizar.
 9. Disposición de un operario como recurso preventivo que esté presente antes y durante la jornada de trabajo que se vaya a realizar.
 10. Descarga de todos los dispositivos y elementos necesarios para desempeñar el trabajo en el interior del espacio confinado.
 11. Señalización y balizar la zona a trabajar.
 12. Puesta en funcionamiento el generador eléctrico
 13. Conectado del ventilador y extractor de aire para renovar el aire viciado.

14. Colocado del medidor de gases para medir constantemente la cantidad de gases del habitáculo.
15. Colocado de la escalera para acceder al interior del espacio confinado.
16. Colocado del trípode para acceder al recinto.
17. Acceso al espacio confinado para realizar el trabajo.
18. Realización del trabajo por el que se accede al interior de un espacio confinado. Recogida de todos los elementos y dispositivos empleados que se han utilizado y habrá que volverlos a llevar al lugar donde se depositan para volver a estar disponibles en otra ocasión. No hay que olvidar que hay que dejar en carga el medidor de gases para que la próxima vez que se sea necesaria su utilización, estando en estado óptimo.

La fase de categorización consistió en el estudio pormenorizado de cada uno de los tiempos empleados en realizar una fase del proceso de trabajo de preparación antes, durante y después de realizar el trabajo. De esta forma, se armó un puzle, llevando a cada categoría temática la información proveniente de cada intervención realizada en el interior de los EECC. Con toda la información clasificada, ya estábamos en condiciones de pasar al proceso de triangulación.

4.3.5. El proceso de triangulación

La triangulación es un proceso por el cuál “una variedad de datos y diferentes métodos, se enfrentan unos a otros con el fin de ser contrastados e interpretados”.

En esta investigación, tras el proceso de categorización, se ha obtenido sendos documentos que recogieron toda la información obtenida en torno a la temática de esta categoría. Se trató de un proceso de organización, es decir, de poner orden los datos: los que se han tomado como unidades de registro, los procedentes de las intervenciones en EECC, los de las charlas con los operarios, tal y como ellos han manifestado, agrupados según las distintas temáticas. Con ello se llegó a la obtención de un cúmulo de datos que se analizaron y se categorizaron.

Con los datos ordenados en categorías, se comienza el proceso de triangulación, que consistió en confrontar los datos con la intención de buscar la verificación de los diferentes ítems de información y poder ver si una metodología o costumbre adquirida era sustentada por al menos, dos fuentes de información y era posible su modificación planteando mejoras significativas en ese proceso.

De esta forma, mediante la triangulación se trató de ver la congruencia de los resultados, lo que nos acercó al momento de la elaboración de esta investigación.

El presente estudio de investigación ha tratado de conocer sobre campo el tiempo empleado en el acceso a los espacios confinados EECC. Los lugares donde se han accedido para realizar las pruebas fueron alguna estación de bombeo de aguas residuales EBAR y algunas de las distintas partes del proceso de depuración de alguna EDAR de la zona sur de España, concretamente en Andalucía de las provincias de Granada y Almería.

4.3.6. Criterios para la elaboración de datos y consecuencias

La elaboración del informe con los datos y consecuencias de la investigación es un proceso abierto y flexible, que se va configurando con los datos. Es, por tanto, un proceso vivo, de continuo enriquecimiento. No obstante, el objetivo investigado fue la comunicación de los hallazgos de la misma, por ello, también tuvo un sentido finalista, que marcó el resultado estudiado y analizado así como el diseño de un equipo compacto.

Para la elaboración del informe, se han seguido tres criterios:

- Comunicación y análisis de resultados, intentando desarrollar la descripción de toda la investigación, siguiendo una secuencia lógica.
- Análisis de los resultados, buscando los elementos más apropiados y que mejor se adapten a la finalidad perseguida.

- Con el registro cronológico de los hallazgos, diseñar un equipo compacto que permita mejorar la situación actual.

Como se trató de comunicar los resultados de la investigación, se ha seguido un orden, que corresponde al orden de intervención en los EECC. Para profundizar en cada uno de los hallazgos analizados y observados, se ha centrado las temáticas basándonos en cada una de las distintas categorías que se obtuvieron en el análisis categorial con el que fueron tratados los datos.

La investigación ha adquirido validez por su capacidad de predecir y por las posibilidades que se abrieron a la generalización de resultados. También, se hizo útil a la mejora de los procedimientos con la mejora sustancial desde de cada parte investigada. Por ello, se profundizó en el trabajo realizado, así como se detalló los resultados obtenidos en cuanto a tiempo y metodología aplicada en cada una de las faenas de la *“Relación de tiempos empleados para acceder a los EECC”* que posteriormente se muestran en el punto 4.3.8.

4.3.7. Categorización

4.3.7.1. Introducción

Antes de comenzar con la categorización de los procesos de trabajos llevados a cabo así como el tiempo empleados en ellos, se pensó conveniente anteponer el crítico y justificado punto de vista de algunos de los personajes con los que se ha colaborado en esta investigación en tanto y cuanto ha sido importante su participación en sendas entrevistas, así como ha sido necesaria su participación como Recurso Preventivo para poder así el investigador adentrarse en el interior de los EECC y realizar la toma de datos de todos los puntos a tener en cuenta en esta investigación.

Al hilo de lo mencionado anteriormente, en la **entrevista 1** (Vídeo 1), se da por conocido el punto de vista de la persona Responsable de PRL de la zona de Almería de la empresa que nos prestó su apoyo, dándonos sus distintos puntos de vista, en cuanto

a la parte que a ella más le preocupa, como pudo ser además de la seguridad, la eficacia y eficiencia en los trabajos realizados con el fin de permanecer el menor tiempo posible en el interior de los EECC. La entrevista a la Responsable de PRL de la zona de Almería, se realizó a pie de campo en la estación de bombeo de aguas residuales del Puerto Pesquero de Roquetas de Mar de la provincia de Almería y, tras ella, parte de los trabajadores que realizaron de esta tarea.

En el vídeo de la **entrevista 2** (Vídeo 2), se entrevistó a algunos trabajadores parándonos a tomar un refrigerio en una terraza comentando algunos de los puntos de vista más preocupantes del capataz de distribución de la red de alcantarillado. En el descanso, se invitó al resto de los trabajadores que interviniesen en los comentarios de limpieza de EEBBAARR, con el fin de que dieran igualmente su punto de vista y comentasen aquello que más les preocupa o incluso más les tranquiliza a la hora de realizar los trabajos en espacios confinados.

En la **entrevista 3** (Vídeo 3), y en la **entrevista 4** (Vídeo 4), donde después de la tarea de limpieza del tanque Imhoff de la EDAR de Orce de la provincia de Granada se paró para el almuerzo, con la aprobación de todos los asistentes, comentamos algunos de los puntos de vista más preocupantes del capataz de depuración de Granada. Se invitó a la tertulia al resto de los comensales que intervinieron en la labor de limpieza del tanque Imhoff, tanto a los trabajadores de la empresa contratista como a los trabajadores de la empresa subcontratada, con el fin de que contasen sus preocupaciones en este tipo de tarea.

En la **entrevista 5** (Vídeo 5), se tienen los puntos de vista en cuanto al tiempo empleado en preparación de herramientas y medios necesarios para realizar los trabajos, este enfoque fue dado desde las opiniones del capataz electromecánico de depuración de Roquetas de Mar, de uno de los oficiales electromecánicos de Almería y del técnico-comercial de materiales de seguridad de la empresa Dräger. Esta entrevista o charla se mantuvo antes de realizar una actuación en el interior de un espacio confinado. Trabajo al igual que los anteriores, el investigador quiso colaborar de

manera directa, puesto que tenía dos aspectos que interesaban comprobar de primera mano. Estos aspectos, eran la prueba de los equipos que la empresa Dräger nos había facilitado, con el fin de conocer en persona el resultado de éstos nuevos equipos puestos en el mercado laboral recientemente y, por otro lado, la complejidad que requería dicha tarea, puesto que al contrario que en otras ocasiones, se trataba de un trabajo con riesgo de explosión al trabajar en una arqueta con presencia de CH₄ y donde eran necesarias herramientas ATEX. En este trabajo, el investigador pudo probar personalmente en un espacio confinado de la EDAR de Roquetas de Mar, el equipo de comunicación FPS COM PLUS, la baliza de detección X-ZONE 5000 y el equipo de respiración PAC MAS 2000 que la empresa Dräger nos había facilitado para hacer pruebas de dichos equipos [10,11].

Todas las opiniones y así quedó reflejado en las entrevistas realizadas, se basan en la misma problemática que encuentran tanto los encargados, capataces, como responsables de PRL de las zonas donde se ha realizado esta investigación. Esta crítica, fue la excesiva cantidad de tiempo que se viene invirtiendo, en la preparación y recogida de todos y cada uno de los elementos que se utilizan en trabajos relacionados con espacios confinados.

Aclarados y comentados los distintos puntos de vista, se realizó un esbozo de categorización de los procesos de los trabajos llevados antes, durante y después de ejecutar trabajos en EECC, así como el tiempo empleado en cada uno de ellos.

4.3.7.2. Entrevistas y charlas

Han sido muchos los puntos de vista, las conversaciones mantenidas y los distintos enfoques que cada participante ha transmitido en las entrevistas y charlas. No obstante, puesto que todas ellas han ido encaminadas en temas principales de esta investigación, quedan reflejadas las opiniones que a criterio del investigador son más representativas y aclaratorias en uno de los objetivos perseguidos en esta Tesis Doctoral. Las entrevistas de vídeo, corroboran parte de lo manifestado.

Entrevista 1:

En la **entrevista 1** (Vídeo 1), el investigador preguntó a la responsable encargada de la prevención de riesgos laborales de la empresa Aquagest Andalucía, S.A de la zona de Almería si podía comentar su punto de vista a la hora de la preparación de todos los equipos necesarios para realizar un trabajo en EECC. Ella aseguró que se necesitaban al menos 2 horas de preparación previa antes de realizar el trabajo. Afirmó que hay que buscar todos los equipos y prepararlos en el lugar de trabajo, para ello, hay que vaciar las furgonetas, preparar las herramientas adecuadas al trabajo, preparar los elementos de protección individuales, las escaleras, trípodes, arneses, equipo de respiración autónoma, medidor de gases. Además cada trabajador implicado en la tarea a realizar debía también preparar sus propios EEPPII (mascarilla, traje desechable, botas, etc.).

Aún a sabiendas cómo se trabaja en esta zona, el investigador preguntó si los EEPPII se encuentran en un sitio concreto, ya preparados, o si por el contrario había que prepararlos cada vez que se fuese a realizar un trabajo. La responsable de PRL de Almería aseguró que por lo general hay que buscarlos y prepararlos, porque habitualmente, no se tiene un equipo de trabajo para cada cuadrilla, porque por ejemplo, existen varios equipos de respiración autónoma para toda la zona y no uno por cuadrilla o por persona.

Entonces, el investigador le preguntó que si esto así, por ende, ocurriría lo mismo con los vehículos, es decir, si se daban distintos usos a la furgoneta como al resto de EEPPII, puesto que no solo se utilizaban para acceder a EECC, sino que tienen otras muchas actuaciones donde son precisos. La responsable de PRL contestó que así es y que algunos equipos como el medidor de gases y el equipo de respiración autónoma, solo se utilizaban para trabajos en espacios confinados.

El investigador particularizó en un equipo y preguntó, qué ocurría por ejemplo con las escaleras. Ella respondió que las escaleras también se utilizaban en otros trabajos. En

algunos trabajos, eran necesarias las escaleras grandes y por tanto, se hacía preciso un pequeño camión de 3500kg para transportarlas junto a las vallas y conos de señalización de la zona de trabajo. El investigador insistió en la necesidad del uso de algunos equipos como podían ser las escaleras, medidor de gases, equipo de respiración autónoma, EEPPII, arneses, etc. Y preguntó por el tiempo que aproximadamente se invertía en la preparación del trabajo y posterior recogida de los equipos utilizados en el mismo. La responsable de prevención de riesgos laborales de la zona de Almería aseguró al investigador, que se invertían más de dos horas en la preparación previa al trabajo y otra hora más aproximadamente para recogerlo todo una vez acabado.



Video 1: Entrevista a la Responsable de PRL de la zona de Almería

Fuente: Elaboración Propia

Entrevista 2:

En la **entrevista 2** (Video 2), el investigador preguntó al Capataz de la red de alcantarillado de Roquetas de Roquetas de Mar si podía dar su punto de vista del tiempo empleado en la preparación de los distintos equipos necesarios para realizar trabajos en los EECC. El Capataz comentó de manera directa al investigador que casualmente le acababa de llamar el Jefe de Depuración, porque al parecer la escalera

que habían cogido para usarla en la entrada de este espacio confinado, la necesitaban en la EDAR para otra tarea similar.

El investigador preguntó un tanto inquietante si era la misma que habían utilizado en el desarrollo de limpieza de la EBAR del Puerto Pesquero de Roquetas de Mar. El Capataz confirmó que así era, de modo que debían ir a devolverla. Preguntando al investigador, ¿imagínate que no hubiésemos terminado?

El investigador preguntó al Capataz qué le parecía la forma de actuar en cuanto al trabajo que se realizaba a la hora de transportar los equipos, recoger herramientas, ventilador, extractor, equipo de respiración autónomo, medidor de gases, todos los EEPPII necesarios, arneses, etc. El Capataz contestó al investigador que todo eso estaba muy bien, pero si dispusiesen todo el equipamiento reunido sería mejor, porque de la forma que trabajaban en la actualidad tenían que recoger cada cosa en un extremo y ello requería mucho tiempo.

Entonces el investigador preguntó por el tiempo que se invertía aproximadamente en la preparación, antes de empezar a trabajar y después para depositar cada cosa en su lugar. El Capataz aseguró que un par de horas como mínimo.

Cuando se llegó al lugar de trabajo por la mañana, mientras el investigador se había parado a recoger el medidor de gases y los equipos de respiración autónoma, el resto de operarios ya habían señalado con vallas y tenían todos los aparatos fuera. Entonces el Capataz comentó al investigador que lo habían hecho así porque de lo contrario perderían mucho tiempo. Éste preguntó si habían realizado alguna actuación el día anterior para este trabajo, asegurando el capataz al investigador que sí, que lo hicieron para ir adelantando. Además, resaltó que tuviese en cuenta que se invierte de 2 a 3 horas y, después, tienen que recoger todo lo utilizado.

Cabe destacar que en ningún momento el investigador comentó nada del motivo de la investigación, simplemente comentó que se trataba de un proyecto personal sin

vínculo con la empresa, nada más, sin llegar a entrar en más detalle porque el Capataz llegó a decir textualmente:

“Si se adaptaran todos los materiales y equipos que se necesitan a un remolque o a un vehículo apropiado ¡sería maravilloso! Nos ahorraríamos bastante tiempo. Consistiría solo en enganchar el remolque a la furgoneta y dirigirte a la zona de trabajo”.

Para no dar pistas, el investigador salió por evasivas y preguntó si era posible dotar de pates en los distintos EECC para no tener que estar cargando las escaleras de manera constante, dotando de unos pates o una escalera inoxidable puesta en el bombeo, si se ponían de hierro tienden a oxidarse. El Capataz contestó que sí estaría bien, pero que no en todos los bombeos se podían colocar pates porque hay algunos que el registro se hacía desde arriba y en el centro del bombeo, en este caso, no era posible colocarlos porque no hay sitio físico para ello.



Vídeo 2: Entrevista Capataz de distribución de la red de alcantarillado de Roquetas de Mar

Fuente: Elaboración Propia

Entrevista 3:

En la **entrevista 3** (Vídeo 3), el investigador le preguntó al Capataz de depuración de Granada si podía dar, desde su opinión, la cantidad de tiempo que se invertía en la preparación de los distintos equipos y medios necesarios para realizar trabajos en EECC. El Capataz de depuración comentó al investigador que se invertía un cierto tiempo. Asegurando que dependiendo del sitio a trabajar y de los inconvenientes que pudiesen surgir, podía ser de una hora y media a dos horas aproximadamente.

El investigador preguntó si los equipos siempre estaban en el mismo sitio de almacenamiento para disponer de ellos forma inmediata o si por, el contrario, había que buscarlos y prepararlos. El Capataz de depuración, comentó que por lo general solían estar siempre en el mismo sitio.



Vídeo 3: Entrevista capataz de depuración de Granada

Fuente: Elaboración Propia

Entrevista 4:

En la **entrevista 4** (Vídeo 4), en el transcurso del almuerzo tras realizar las tareas, en aras de hacer más amena la tertulia, el investigador preguntó a los comensales,

operarios de depuración de Granada, si podían dar su opinión en el tiempo empleado en la preparación de los equipos, si se tarda mucho o poco tiempo. Uno de los operarios contestó que era engorroso, pero necesario y que se tardaba mucho tiempo, de hora y media a dos horas.

Este comentario iba en línea con el anterior y con otros muchos de los realizados.



Vídeo 4: Entrevista operarios depuración de Granada

Fuente: Elaboración Propia

Entrevista 5:

En la **entrevista 5** (Vídeo 5), aprovechando el momento del desayuno con los operarios, el investigador preguntó por sus distintos puntos de vista en cuanto al tiempo que se invertía a la hora de preparar todo lo necesario antes de acceder a un espacio confinado. Se contaba con la presencia del técnico-comercial de Dräger de la zona de Andalucía oriental, quien al hilo de la pregunta, planteó si se utilizaba mucho o poco y si estaba previsto, anteriormente, lo que se va a realizar en el interior del espacio confinado.

El Capataz electromecánico de Roquetas de Mar comentó que había días que no estaba previsto y, dependiendo de lo que fuese, tenían que preparar un material u

otro. Normalmente, si no lo tienen preparado tienen que dar vueltas por la depuradora hasta localizar lo que buscan, reunir todo el material, juntarlo y comprobar si está en buenas condiciones, asegurándose que no haya nada deteriorado. El capataz, aseguró que suelen invertir entre tres cuartos de hora y una hora aproximadamente en esta preparación.

Todo este tipo de equipos son utilizados por los 12 operarios que trabajan en la EDAR y, en función de la necesidad, van utilizando un equipo u otro y no siempre lo acaban dejando donde lo cogieron, sino que lo van dejando en el primer sitio que encuentran a mano. El oficial electromecánico, aseguró que el material hay que irlo buscando cada vez que lo vas necesitando.

El técnico-comercial de Dräger comentó qué si era posible que el trabajo a realizar requiriese un tiempo de unos quince minutos y que, sin embargo, ellos necesitaran una hora para preparar el material. El oficial electromecánico aseguró que sí de manera rotunda, que una hora como mínimo para prepararlo. Además, reflejó su malestar porque en la actualidad son muchas las exigencias del permiso de trabajo que sus superiores le daban. En él se refleja quien autoriza y todos los preparativos necesarios, materiales que se debe utilizar además de los EEPPII que tienes que llevar siempre.

El técnico-comercial de Dräger preguntó que si se diese el caso de faltar alguno de los requisitos que en el parte se había reflejado, qué ocurriría. El Capataz electromecánico aseguró que si falta algo, no se realiza el trabajo. No, porque lo tiene que firmar el técnico que responsable y, además, la persona que tiene que realizar la tarea, quien tiene que verificar que todo fuese correcto. Porque puede ocurrir que te ordenen que prepares cualquier tipo de material que verdaderamente no hace falta para ese trabajo, es decir, se pueden equivocar, entonces él debe revisar y rectificar. O podía, también, que no se reflejase, por ejemplo, el uso de gafas protectoras y que si las necesitas; el operario debe darse cuenta de todo esto.

El Capataz comentó que desde la jefatura técnica le daban la hoja firmada con la orden del técnico, con todo lo que debía de llevar y él verificaba si eso era correcto o no. Si se está conforme se firma y si no, se debe rectificar lo que desde tu opinión creías que estaba mal. Esto sobraba o esto hacía falta, ya dependía de una decisión personal, si crees que había suficiente seguridad para acceder o no. No se trataba de negarte a acceder, sino de rectificar cuando no estabas seguro.

El técnico-comercial de Dräger investigó si para realizar los trabajos se disponía de puntos de luz y enchufes en todos los EECC. El Capataz electromecánico comentó que no lo había en todos los sitios, que ellos usaban alargaderas o grupo electrógeno en aquellos sitios donde no se disponía de toma de corriente. Igualmente, se comentó de manera generalizada entre todos los participantes en esta charla que los equipos y medios necesarios no solo se utilizaban para trabajar en EECC, sino que también se utilizaban en otras muchas tareas. Cabe destacar, que la EDAR suele estar todo más localizado que en otras zonas de las explotaciones de agua, como puede ser la brigada de alcantarillado y saneamiento, puesto que en la EDAR siempre está más a mano por cuestiones de necesidad cotidiana.



Vídeo 5: Entrevista capataz y oficial electromecánico de depuración de Roquetas de Mar

Fuente: Elaboración Propia

4.3.8. Relación de tiempos empleados para acceder a los EECC

4.3.8.1. Vaciar la furgoneta de equipos y herramientas

Como consecuencia del trabajo que a diario se viene desarrollando en las distintas tareas de reparación, comprobación, sustitución, etc., en las labores del servicio de depuración, se vienen utilizando elementos eléctricos y mecánicos que se disponen para esta finalidad. Cuando se ha pretendido acceder a trabajar en el interior de un EC, ha sido necesario llevar a cabo una serie de premisas como vaciar la furgoneta que a diario se ha utilizado con los equipos, herramientas y elementos necesarios para estas labores cotidianas o, en su defecto, se ha venido haciendo hueco en la furgoneta lo suficientemente grande como para poder meter todos los medios necesarios para acceder al espacio confinado (Figura 33) [2,6].



Figura 33: Furgoneta con herramientas que se suelen utilizar y que son necesarias descargar

Fuente: Elaboración Propia

4.3.8.2. Colocar los equipos en lugar accesible

Vienen siendo tantos los equipos y elementos necesarios para realizar los trabajos en EECC que, evitando tener que dar varios viajes con la carga de todos los materiales, se viene optando por cargarlos todos en un pequeño camión de 3500 kg de (PMA) que se dispone en la zona y que se viene utilizando para cargar y descargar todos los equipos del departamento de saneamiento o red de alcantarillado. Se viene haciendo así con el fin de evitar tener que vaciar varias furgonetas que, horas después, les sería necesaria con todos los equipos que habían bajado para poder cargar los nuevos. En la Figura 34 se muestra el vaciado del camión que se viene utilizando para llevar todos los equipos necesarios y realizar la labor en el espacio confiando de la EBAR del Puerto de Roquetas de Mar (Vídeo 6).



Figura 34: Imagen cargando ventilador y mangas en camión de 3.500kg.

Fuente: Elaboración Propia

En este caso concreto, era necesario el uso del camión para poder llevar la escalera portátil telescópica de más de 12 metros que no cogía en las furgonetas. La EBAR donde se accedió no disponía de pates, ni de escalera fija instalada. En la Figura 35, se observa el detalle de la carga y preparación de los equipos necesarios [1,2].



Figura 35: Imagen cargando escalera y vallas.

Fuente: Elaboración Propia

4.3.8.3. Resumen de tiempos

La relación de tiempos empleados en la preparación de la faena en el exterior e interior de los espacios confinados se ha basado en el “Resumen de procesos necesarios a llevar a cabo para el acceso a EECC,” dentro de la categorización, donde se ha desglosado e identificado dentro de éste apartado y se han denominado en función de la tarea a desempeñar en cada uno de ellos (Tabla 8). Estos tiempos se analizan más adelante en el apartado de resultados.

**DISEÑO DE EQUIPO COMPACTO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TRABAJOS Y LA MINIMIZACIÓN DE RIESGOS
EN EL INTERIOR DE ESPACIOS CONFINADOS (EECC)**

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO NECESARIOS PARA ENTRADA EN EL INTERIOR DE ESPACIOS CONFINADOS	RESUMEN	TIEMPO EMPLEADO EN REALIZAR TRABAJOS EN DISTINTOS DÍAS DESDE INICIO A FIN DE LA JORNADA											PROMEDIO			
		12/11/2012	14/01/2013	17/01/2013	11/03/2013	14/03/2013	19/04/2013	25/04/2013	13/05/2013	13/05/2013	13/05/2013	13/05/2013				
1. Vaciar la furgoneta de los equipos, herramientas y elementos existentes en su interior. O en su defecto hacer hueco suficiente.	1	4,4	3,1	0	4,1	4,1	4,3	3,4	2,9	3,3						
2. Colocar los equipos vaciados de la furgoneta en un lugar accesible sin que entorpezca otra labor a realizar.	2	3,2	3,5	3,2	5,0	4	3,4	4,7	0,0	3,4						
3. Buscar y preparar todos los elementos necesarios para realizar el trabajo en el interior del espacio confinado y cargatos en el vehículo. Son:																
• Generador eléctrico.	3,1	1,2	2,7	3,2	2,5	3,2	2,7	8,5	0,0	3,0						
• Iluminación a 12 o a 24 VDC.	3,2	1,4	3,1	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	0,0	2,1						
• Escaleras portátiles.	3,3	3,1	3,4	3,5	3,2	3,5	3,3	1,2	1,2	2,8						
• Equipos autónomos de aire.	3,4	1,9	3,1	2,5	2,1	2,5	2,4	5,6	1,0	2,6						
• Mascaras faciales.	3,5	2,1	2,5	2,3	2,2	2,3	2,3	5,5	0,0	2,4						
• Casco de protección.	3,6	1	0,5	1,2	1,1	1,2	0,9	1,2	1,1	1,0						
• Cascos auditivos.	3,7	0,9	0,7	1,1	1,0	1,1	0,9	2,1	0,0	1,0						
• Ropa de trabajo apropiada (moms desechables).	3,8	3	3,8	2,1	3,1	1,2	2,1	2,6	1,9	2,5						
• Botas de goma.	3,9	0,9	0,8	1,3	0,8	1,3	0,8	1,0	0,0	0,9						
• Guantes de goma.	3,10	0,7	0,6	1,8	0,9	1,8	1,0	1,1	1,2	1,1						
• Arnés.	3,11	0,8	0,6	3,9	1,8	3,9	1,8	2,1	1,8	2,1						
• Cuerda de vida.	3,12	2,1	1	2,2	2,1	2,2	1,6	2,6	1,2	1,9						
• Trípode de rescate.	3,13	2,9	3,1	3,2	3,0	3,2	3,1	3,1	3,1	3,1						
• M soldador de gases.	3,14	3,4	1,3	2	2,9	2	3,1	2,9	1,5	2,4						
• Herramientas de mano	3,15	1,1	3,2	2	1,4	2	2,1	3,1	2,1	2,1						
4. Comprobar que todos los elementos y dispositivos necesarios se encuentran en perfecto estado para poder ser utilizados.	4	2,2	2,1	3	2,3	1,3	2,8	1,6	1,5	2,1						
5. Preparar aquellos que no estén en condiciones para ser usados.	5	2,1	0	1	1,7	1,6	1,2	1,2	0,0	1,1						
6. Preparar a los operarios que vayan a realizar el trabajo de todos los EEPPI necesarios para acceder al EECC.	6	2	3	2,1	2,1	1,8	2,2	1,6	2,0	2,1						
7. Desplazamiento al lugar donde se vaya a acceder al EECC.	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
8. Cumplimentar el permiso de EECC y atender cuantas indicaciones y directrices indique el responsable del trabajo a realizar.	8	2,1	1,5	1,8	1,3	1,9	1,9	1,3	1,2	1,6						
9. Disponer de un operario como recurso preventivo que esté presente antes y durante la jornada de trabajo que se vaya a realizar.	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
10. Descargar todos los dispositivos y elementos necesarios para desempeñar el trabajo en el interior del EECC.	10	3	3,6	3	6,5	3	6,4	3,5	1,8	3,9						
11. Señalizar la zona a trabajar.	11	3,2	2,8	3	3,1	1,5	3,0	3,0	1,5	2,6						
12. Poner en funcionamiento el generador eléctrico	12	3,5	2,8	3,1	3,4	1,2	3,2	2,3	1,8	2,7						
13. Conectar el ventilador y extractor de aire para renovar el aire viciado.	13	3,8	2,1	2,6	3,9	2,1	3,5	2,6	2,7	2,9						
14. Colocar medidor de gases para medir constantemente la cantidad de gases del EECC.	14	1,3	2	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2	1,0	2,0						
15. Colocar el trípode para acceder al EECC.	15	4,2	2,2	2,4	4,5	2,2	4,0	3,2	1,2	3,0						
16. Colocar el tripode para acceder al EECC.	16	4,6	4,5	3,9	4,3	3,8	4,0	2,6	1,5	3,8						
17. Acceder al espacio confinado para realizar el trabajo.	17	2,2	1,3	1,9	2,1	2	2,9	2,6	1,0	2,0						
Una vez realizado el trabajo en el EECC, será necesario recoger todos los elementos y dispositivos que se han utilizado y habrá que volverlos a llevar al lugar donde se depositan para volver a estar disponibles en otra ocasión que se vuelva a acceder al interior de un EECC.	P	12,5	5,6	15	8,5	8	12,0	11,5	4,0	9,6						
Sin olvidar que hay que dejar en carga el medidor de gases para que la próxima vez que se vaya a utilizar esté en estado óptimo.	Q	3,1	5	1,2	2,2	2,8	1,9	1,2	0,0	2,2						
Minutos empleados:		83,90	72,40	84,90	88,47	75,00	85,83	88,41	40,20	79,10						
Horas empleadas:		2,72	2,36	2,83	2,88	2,43	2,79	2,89	1,29	2,58						

Tabla 8: Muestreo de ensayo sobre trabajo de campo en EECC

Fuente: Elaboración Propia

4.3.9. Disponer de medios humanos y dispositivos necesarios

4.3.9.1. Disponer de un recurso preventivo

La necesidad imperiosa de disponer de personal suficiente y cualificado para realizar trabajos en el interior de EECC siempre estaba supeditada por la tarea a realizar. El trabajo que se viene realizando en el interior de estos lugares conlleva un elevado riesgo de accidente en toda su elaboración. Por lo tanto, los operarios que deban realizar este tipo de labores deben ser cualificados y formados [2,7] ya que, al amparo de la legislación vigente, es obligatorio que un trabajador con la formación necesaria se debe quedar en el exterior como recurso preventivo y no colabore de manera activa en los trabajos realizados en el EC [9]. Su tarea viene siendo la de comprobar que se lleven a cabo todos los procedimientos y medios necesarios para garantizar que no ocurra ningún accidente [3,4,7,8]. Cuando se trata de trabajos en los que intervengan más de dos empresas, es posible que se encuentren dos figuras de recurso preventivo, que ambas compartan responsabilidades o que sea una sola persona quien gestiona y organiza todos los trabajos de (PRL).

4.3.9.2. Vehículos a utilizar

La necesidad de disponer de personal suficiente para el trabajo en EECC, también lleva consigo de manera colateral el disponer de suficientes vehículos para que todos los trabajadores, equipos, elementos y dispositivos necesarios sean trasladados hasta el lugar donde se ejecutan los trabajos [2,6,7,12,17,20].

4.3.9.3. Necesidad de camión de saneamiento o grúa

La necesidad de un camión de saneamiento viene siendo muy normal en este tipo de trabajos. Esto es así porque es necesario tener cierta higiene como limpiar dentro de lo posible la zona de trabajo, puesto que se está en todo momento en contacto con el

agua residual y es necesario evacuarla o porque en la mayoría de las ocasiones, el propio trabajo ha sido la limpieza de estos espacios confinados (Figura 36) [3,4,7,8].

Cabe destacar que, aunque se trata de EECC y la mayoría de la gente lo desconozca, de manera programada y a menudo, se limpian este tipo de arquetas o pozos, con el fin de evitar que los equipos eléctricos y mecánicos tales como bombas, rejas, filtros, válvulas, etc., sean atrancados o deteriorados no pudiendo realizar la función para la cual han sido diseñados y colocados en estos lugares tan inhóspitos.



Figura 36: Camión de saneamiento en limpieza de espacio confinado.

Fuente: Elaboración Propia

Con frecuencia, se hace necesario el uso de un camión grúa para sacar y colocar alguno de los equipos de gran tamaño que por algún motivo, como por ejemplo avería o atranque, ha sido preciso sacar y reparar en cuanto a mantenimiento preventivo o correctivo se refiere.

En ocasiones tanto en pequeñas como en las grandes aglomeraciones, existen EEBAARR o (EEDDAARR) con espacios confinados o peligrosos que hacen que sea necesario el uso de camiones grúa.

En las siguientes figuras se muestran parte de los trabajos realizados en las EDAR de Cuevas del Campo de la provincia de Granada y EBAR Puerto Pesquero de Roquetas de Mar de la provincia de Almería, donde fue necesario un camión grúa para realizar los trabajos los cuales se pretendían llevar a cabo. Los trabajos en la EDAR de Cuevas del Campo fueron colocar un distribuidor de agua en el lecho bacteriano de la EDAR (Figuras 37, 38), así como para sacar una bomba de recirculación de fangos que se encontraba avería (Figura 39, 40). Ninguno de los dos equipos (distribuidor del lecho bacteriano, ni bomba de recirculación) era posible colocar o quitar mediante la mano de obra de operarios. Esto hizo necesaria la ayuda de un camión grúa que apoyase en esta tarea, donde a pesar no tratarse de un espacio confinado, igualmente se trataba de un trabajo peligroso al que hay que aplicar los mismos procedimientos que se aplican a un espacio confinado en cuanto a seguridad se refiere. Aunque en esta ocasión, la presencia o riesgo de inhalación de gases tóxicos era prácticamente nula, si llevaba añadido el riesgo de caída a distinto nivel superior a más de 4 metros, por lo tanto era obligatorio aplicar el mismo procedimiento [3,7,12,18] con presencia de los trabajadores que realizan la labor y la presencia del recurso preventivo que vele por la seguridad del resto de los trabajadores [9].



Figura 37: Colocando el distribuidor del lecho bacteriano de una EDAR.

Fuente: Elaboración Propia



Figura 38: Sujeción del distribuidor del lecho bacteriano de una EDAR.

Fuente: Elaboración Propia



Figura 39: Sacar bomba de recirculación de fangos en una EDAR.

Fuente: Elaboración Propia



Figura 40: Sujeción de una bomba de recirculación de fangos en una EDAR.

Fuente: Elaboración Propia

En los trabajos llevados a cabo en la EBAR del Puerto Pesquero de Roquetas de Mar, se aprecia que fue necesaria la ayuda de un camión grúa para poder realizar estas labores. Además de las labores de limpieza, se trataba de colocar una bomba reparada recientemente (Figura 41). Es importante destacar que la EBAR tenía depositado en el fondo de la misma una cantidad elevada de arenas o de sólidos y la bomba de agua reparada no acoplaba bien en la bancada o pedestal, por tanto, no trabajaría correctamente. Razón ésta suficiente para limpiar el tanque con ayuda de un camión succionador (Vídeo 7) [3,7-9 12 18].



Figura 41: Sacar bomba de aguas residuales en una EBAR.

Fuente: Elaboración Propia

4.3.9.4. Generador eléctrico

El generador eléctrico es un elemento que por lo general se viene utilizando para otras muchas aplicaciones. En ocasiones, cuando nos disponemos a utilizarlo, se puede estar utilizando para otra finalidad de la misma importancia para la que se pretendía dar uso. En nuestro caso, se pretendía proporcionar de suministro eléctrico alternativo, en un lugar donde puede existir la imposibilidad de tener otra fuente de energía eléctrica que garantizase el funcionamiento de otros elementos eléctricos y acceder a un espacio confinado con seguridad [7,8].

Las garantías y continuidad del suministro eléctrico que ofrece una empresa distribuidora de energía no lo puede ofrecer ningún equipo portátil por muy bueno que sea. Sin embargo, en ocasiones, el suministro eléctrico de la red puede fallar. Por ello y siempre que no exista punto de conexión en el espacio confinado al que se accede, es recomendable y necesario un suministro alternativo mediante un generador eléctrico.

El generador eléctrico usado en trabajos en EECC siempre debe estar disponible y apto para su uso. Apto en cuanto a que el nivel de gasoil o gasolina sea el apropiado e incluso es recomendable llevar más combustible en caso de ser necesario. Debemos asegurarnos que el nivel de aceite y calidad del mismo sea el aconsejable por el fabricante y, en función del número de horas de funcionamiento, seguir siempre las indicaciones del fabricante en cuanto a revisiones periódicas para comprobar bujías, pistones, escobillas, protecciones, etc. [7,8].

Por la experiencia del investigador, contrastada por más de 12 años realizando este tipo de tareas, se confirma que en no todas las explotaciones se dispone de un generador eléctrico destinado solo y exclusivamente para esta finalidad. De este modo, se desconocen las horas de funcionamiento y el estado en el que se encuentra este elemento, ya que es usado por todos los operarios [6,7,12,17,20].

A continuación en la siguiente figura se aprecia el generador utilizado en algunos accesos a los EECC (Figura 42).



Figura 42: Imagen de uno de los grupos electrógenos utilizados

Fuente: Elaboración Propia

4.3.9.5. Iluminación de seguridad

Todos los trabajos ejecutados en esta investigación han sido realizados en jornada laboral diurna y en EECC que no entrañaban peligrosidad en cuanto al índice de explosividad se refiere. Además, contaban con suficiente luz como para ser realizados sin la necesidad de iluminación de emergencia (12 o 24 voltios en corriente continua).

4.3.9.6. Escaleras portátiles

No en todas las EEBBAARR se dispone de escaleras fijas o pates para poder acceder al interior del EC. La red de alcantarillado y las estaciones de bombeo de aguas residuales tienen como característica destacada, su facilidad de oxidación como consecuencia de la cantidad de gases que se encuentran en el interior de estas arquetas o recintos [6,7,12,17,20].

Las aguas residuales industriales contienen con frecuencia sustancias orgánicas no biodegradables. La oxidación de sustancias orgánicas tiene lugar por etapas, con

formación de productos intermedios. En caso de una oxidación completa de sustancias orgánicas, éstas se transforman en los productos finales inorgánicos, agua y dióxido de carbono [2,6]. Es contrastado y un problema latente, la oxidación de elementos mecánicos en el interior de estaciones de bombeo de agua residuales. Por este hecho, las escaleras o pates al estar en contacto continuo con el agua residual y con los gases que allí se generan, acaban con el tiempo oxidándose con el consiguiente riesgo que ello conlleva.

En algunas de las EEBBAARR a las que se accede con más asiduidad, bien sea por limpieza de la propia EBAR por acumulación de sólidos y arenas, o bien sea por desatranque de alguna de las bombas existentes, se han instalado escaleras fijas de acero inoxidable o pates plásticos. Esto se ha hecho así con el fin de minimizar los riesgos que existen al tener que acceder siempre con escalera portátiles y evitar tener que estar trasladando las escaleras de un punto a otro cada vez que sean necesarias [3,4]. En la siguiente figura se muestra una escalera portátil utilizada en muchos de los espacios confinados (Figura 43).

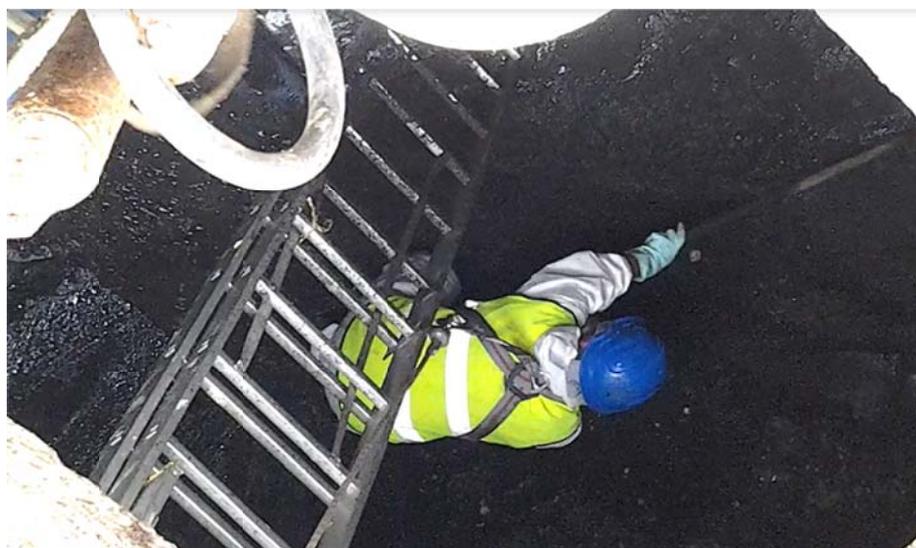


Figura 43: Escalera portátil de gran tamaño utilizada en acceso de algunos EECC.

Fuente: Elaboración Propia

Precisamente, en las entradas a los distintos EECC a los que se ha tenido acceso en el presente estudio, se han utilizado varios tipos de escalera entre otras portátiles y pates fijados en la pared de la EBAR. Las escaleras de este apartado han sido algunas de ellas, de hecho la escalera mayor extensible de aluminio se utilizó según aparece en la fotografía en la estación de bombeo de aguas residuales del Puerto Pesquero de Roquetas de Mar de la provincia de Almería. Mientras, la otra escalera telescópica apoyada en la pared, se encontraba en la estación de bombeo de aguas residuales número dos del municipio de Castril de la provincia de Granada. En la siguiente figura se muestra otra de las escaleras utilizada en muchos de los accesos a espacios confinados del presente estudio (Figura 44).



Figura 44: Escalera portátil telescópica utilizada en acceso a algunos EECC.

Fuente: Elaboración Propia

4.3.9.7. Equipos de respiración autónoma (ERA)

El equipo de ERA de aire respirable se hace preciso aunque no se use, puesto que es obligatorio por legislación disponer del mismo junto a la entrada del espacio confinado y hacer uso de éste cuando exista la necesidad o surja alguna emergencia [10,11].

La capacidad en litros de aire de una botella se calcula restando de la presión a la que está cargada la botella (300 bar) la reserva 50 bar y multiplicando el resultado por la capacidad geométrica de la botella (6,8) [12]. Los equipos de respiración autónoma de los que se disponen son de 1700 litros de aire.

El consumo de aire dependerá de las condiciones físicas del usuario, así como las del trabajo a realizar. A modo orientativo, se puede calcular un consumo aproximado siguiendo los siguientes puntos:

<u>Trabajo</u>	<u>Consumo</u>	<u>Duración del equipo</u>
Reposo	15 Litros/Minuto	100 min
Trabajo ligero	35 litros/Minuto	30 min
Trabajo Pesado	50 Litros/Minuto	16 min

Espaldera

- Las cintas deben estar totalmente destensadas. Agarrarlo por las asas y pasarlo sobre la cabeza, ir ajustando las cintas de los hombros hasta que el equipo se asiente cómodamente en la espalda, sin tensar demasiado.
- Abrocharse el cinturón y tensarlo.
- Volver a tensar las cintas de los hombros de forma que el peso quede repartido entre espalda y hombros.

Máscara

- Colgarse la máscara del cuello mediante la cinta transportadora.

- Coger ambos elementos de sujeción e introducirlos en sus respectivos alojamientos, colocarse la máscara en la frente y presionar sobre el marco del visor de modo que todo el cerco de la máscara tenga contacto con la piel para asegurar su hermeticidad. Conectar el regulador a la máscara y a la línea de media presión.

Comprobaciones antes del uso

- Comprobar la presión de la botella. Abrir la válvula de la botella y comprobar la presión en el manómetro. La presión no debe ser inferior a 270 bar en botellas de 300 bar.
- Comprobar la estanqueidad de la alta presión. Cerrar la válvula de la botella y observar el manómetro; la presión no debe bajar más de 10 bar en 1 minuto.
- Comprobar el silbato de alarma. Vaciar lentamente el circuito y observar el manómetro; el silbato debe activarse a 55+/- 5 bar.
- Comprobar la hermeticidad: Sin presión en el circuito, aspirar hasta que se produzca una depresión; retener brevemente el aire. La depresión tiene que mantenerse constante y no debe entrar nada de aire del exterior. Repetir varias veces la verificación de hermeticidad.

Medidas de seguridad para el uso de cualquier ERA [2,6]

En la utilización de un ERA, las medidas de seguridad básicas que se deben seguir en todo momento, son las siguientes:

- Conocer la naturaleza de los peligros que implica el uso de un ERA y de los riesgos que supondría su no utilización.
- Realizar todas las pruebas pertinentes antes de la utilización de los equipos, aun cuando estemos seguros de su buen funcionamiento.
- Conseguir en cada uno de los usuarios un sellado perfecto del equipo, ya que existen circunstancias en la propia persona que hacen que ese sellado no sea satisfactorio (barba, patillas muy largas, patillas de las gafas, facciones pronunciadas,...).

- Ponerse el equipo antes de penetrar en la atmósfera tóxica y no quitárselo hasta salir a un lugar seguro.
- Respirar pausadamente para disminuir el consumo y, por lo tanto, para aumentar la autonomía.
- No ir nunca solos, como mínimo dos personas en vigilancia mutua y constante y manteniendo comunicación constante con los compañeros que quedan en el exterior.
- Comprobar periódicamente el manómetro para calcular en cada momento el tiempo necesario para salir.
- No dejarse dominar por el pánico en el caso de cualquier suceso imprevisto. En caso necesario, compartir el uso del ERA con un compañero.
- Prestar especial atención al manejo de los cilindros, ya que al ser recipientes a alta presión son realmente peligrosos por el riesgo de explosión. Abrir la válvula siempre lentamente y con la absoluta seguridad de tenerla bien sujeta ya sea con la espaldera o con las manos.
- La reserva de aire no está para ser utilizada, sólo para emergencias; se recomienda encarecidamente desalojar el espacio confinado cuando suene esta alarma.
- Asegurarse que el equipo ha recibido un mantenimiento adecuado; en caso de duda, no utilizarlo.

Se muestra un equipo de respiración autónoma que se ha venido utilizando en las tareas para acceso en EECC de las estaciones de bombeo de aguas residuales y estaciones depuradoras de aguas residuales en la provincia de Granada (Figura 45).



Figura 45: Equipo de respiración autónomo empleado en pruebas realizadas

Fuente: Elaboración Propia

Los operarios no son partidarios de utilizar este elemento de protección individual, no están acostumbrados a usarlo en continuo y se les hace complicado y arduo el uso de este EPI en la jornada de trabajo [2,6,10,11].

Según han asegurado algunos operarios, su uso les provoca fatiga porque ven que su respiración depende de un tiempo justo que deben administrarse de la mejor manera posible. Además, el uso de este EPI les viene provocando lesiones dorso-lumbares, incomodidad y les disminuye notablemente la sensación de control del resto de sentidos, puesto que están más pendientes de que el aire restante no se les agote, que de realizar bien y de manera normal el trabajo.

Esta circunstancia la corrobora el investigador porque ha utilizado numerosas veces el equipo de respiración autónoma en trabajos en el interior de EECC y la sensación es un poco angustiante. El hecho de tener colgado de la espalda este equipo merma claramente las posibilidades de desplazamiento y movilidad. Más aún, cuando no lo

usan para comprobar el trabajo que se realiza como es el caso del investigador, sino que lo utilizan realizando físicamente un trabajo que requiere un mayor desgaste (Vídeo 8).



Figura 46: Equipos de respiración autónoma empleados en Roquetas de Mar

Fuente: Elaboración Propia



Figura 47: Colocación del ERA en el Puerto de Roquetas de Mar

Fuente: Elaboración Propia

4.3.9.8. Máscara buco facial

En algunas ocasiones y siempre y cuando no han existido gases tóxicos, o los gases existentes no entrañaban riesgos para los operarios que se encontraban en el interior del EC, se ha podido y se acceder con mascarilla buco faciales, aunque siempre se recomienda el uso de un equipo de respiración autónoma o de un equipo de respiración semiautónoma que garantice el bien estar del trabajador y su seguridad en aire respirado. El uso de máscaras buco faciales ha sido apropiado cuando no existen riesgos de inhalación de gases, bien sean orgánicos o inorgánicos [2,6].

Este tipo máscaras de equipamientos es amplio en cuanto a diversidad y diferentes usos en función de los gases, vapores o polvos de los cuáles se pretenda proteger. Se diferencian varios tipos de máscaras:

- Mascarillas auto-filtrantes: Son mascarillas que generalmente sólo recubren la superficie bucal y nasal; son mascarillas de usar y tirar. Suelen ser de papel filtrante o de espuma con filtros de carbón activo, su principal uso es para partículas, aunque existen en el mercado mascarillas auto filtrantes más complejas conocidas como "máscaras mosca", preparadas para la protección de gases y vapores con o sin combinación de filtros para partículas [10,11].
- Máscaras con filtros recambiables: Pueden ser máscaras que recubren solo la superficie nasal y bucal o bien las conocidas como máscaras panorámicas que recubren toda la superficie facial.
- Las máscaras pueden disponer de uno o dos filtros. Estas máscaras precisan de recambios, de filtros y pueden ser utilizadas tanto en el caso de vapores, gases o partículas. El material con el que están fabricadas es normalmente caucho, látex o silicona [10,11].
- Máscaras o cascos con suministro de aire: Son máscaras o cascos compactos que solo permiten la entrada de aire por un tubo que proporciona una ventilación forzada de aire no contaminado. Estos disponen de una unidad de filtraje independiente que pueden servir para gases, vapores o partículas, que mediante un sistema de electro-bombeo permite un caudal continuo de aire [10,1].

Suelen utilizarse en condiciones de muy poca aireación o en atmósferas muy contaminadas. En función de los vapores, gases o partículas de las que se deba proteger, se escogerá el tipo de filtro adecuado. A continuación, en la Tabla 9, se puede observar la nomenclatura y colores de los diferentes usos que los filtros homologados deben cumplir.

Tipos de filtros

- Tipo P: Para retención de partículas sólidas.
- Tipo A: Para protección contra ciertos gases orgánicos y vapores con un punto de ebullición mayor de 65º C, según las especificaciones del fabricante.
- Tipo B: Para protección contra ciertos gases y vapores inorgánicos, según las especificaciones del fabricante (excluyendo el monóxido de carbono).
- Tipo E: Para protección contra el dióxido de azufre y otros gases y vapores ácidos, según las especificaciones del fabricante.
- Tipo K: Para protección contra el amoníaco y derivados orgánicos, según las especificaciones del fabricante.
- Tipo AX: Filtros contra gases y filtros combinados contra compuestos orgánicos de bajo punto de ebullición.
- Tipo SX: Filtros contra gases específicos y mixtos.

Clases de filtros

- Clase 1: Filtros de baja capacidad (hasta 1000 ppm)
- Clase 2: Filtros de capacidad media (hasta 5000 ppm)
- Clase 3: Filtros de alta capacidad (hasta 10.000 ppm)

Colores y codificación de filtros

- Marrón: Filtros del Tipo A Y AX.
- Gris o combinaciones de ellos: Filtros del Tipo B.
- Amarillo: Filtros del Tipo E.

- Verde: Filtros del Tipo K.
- Azul-blanco: Filtros del tipo (NO) (Nitrosos) - P3.
- Rojo-blanco: Filtros del tipo (Hg) (Mercurio) - P3.
- Violeta: Filtros del Tipo SX.
- Negro: Filtros del Tipo CO.



Figura 48: Máscara buco facial

Fuente: Empresa Dräger

En las siguientes figuras, se observa el uso de máscara buco facial en el interior de las limpiezas de un tanque Imhoff en la estación depuradora de aguas residuales de Orce de la provincia de Granada (Figuras 49, 50) [10,11].



Figura 49: Trabajadores limpiando tanque Imhoff con máscara buco facial

Fuente: Elaboración Propia



Figura 50: Trabajador con máscara buco facial

Fuente: Elaboración Propia

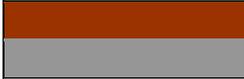
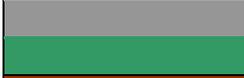
Código de colores de filtros	
	Vapores orgánicos, disolventes.
	Gases ácidos, halógenos, dióxido de azufre.
	Amoníaco.
	Vapores orgánicos, disolventes, gases ácidos, halógenos.
	Gases ácidos, halógenos, amoníaco.
	Vapores orgánicos, disolventes, gases ácidos, halógenos, dióxido de azufre, amoníaco.
	Polvo fino y aerosoles.
	Vapores orgánicos, disolventes, polvo fino y aerosoles.
	Vapores orgánicos, disolventes, gases ácidos, halógenos, polvo fino y aerosoles.
	Gases ácidos, halógenos, dióxido de azufre, polvo fino y aerosoles.
	Gases ácidos, halógenos, polvo fino y aerosoles.
	Amoníaco, polvo fino y aerosoles.
	Vapores orgánicos, disolventes, gases ácidos, halógenos, dióxido de azufre, amoníaco, polvo fino y aerosoles.
	Vapores orgánicos, disolventes, gases ácidos, halógenos, dióxido de azufre, amoníaco, mercurio, polvo fino y aerosoles.

Tabla 9: Código de colores de filtros de mascarillas.

Fuente: Empresa Dräger

4.3.9.9. Casco de protección

El casco de protección ha protegido siempre y cuando ha existido el riesgo de caídas de objetos a distinto nivel o siempre que se ha estado cerca de alguna maquinaria que pudiera acarrear un riesgo de choque o caída de objetos.

Por lo general, el acceso a los EECC ha sido por una boca de hombre que se adecuase en la parte superior del recinto. En ocasiones, las entradas y salidas de los espacios confinados son laterales o por extremos de difícil acceso, lo que hace que tenga como aliciente la posibilidad de no ser necesario el llevar como EPI el casco de protección, siempre que no exista riesgo de caída de objetos, aun así por el hecho de estar condicionado a realizar un trabajo y por exigencias como medidas de prevención, el uso del casco de protección es siempre obligatorio [6].

El casco de protección estándar que se encuentra en cualquier punto de venta o suministro de elementos de protección individuales es el típico casco de obra. Este tipo de casco no se suele adaptar bien al resto de EEPPII, como pueden ser cascos auditivos, gafas de protección y máscara o mascarilla buco facial, lo que hace que sea menos ergonómica la labor a desempeñar en el interior del EC. En los últimos tiempos, han aparecido en el mercado cascos de protección que llevan incorporados los cascos auditivos. Esto les hace ser prácticos, puesto que garantizan el uso de estos dos EEPPII (casco de protección y casco auditivo) [2,6].

Son muchos los fabricantes que vienen diseñando de manera ergonómica este tipo de casco en aras de mejorar la ergonomía en la permanencia del casco sobre el operario. En la siguiente figura se muestra el tipo de casco mencionado (Figura 51).



Figura 51: Imágenes de un tipo de casco de protección

Fuente: Elaboración Propia

4.3.9.10. Cascos auditivos

En la mayoría de las ocasiones en las que se accedido al interior de un EC, en lo que se refiere a esta investigación, es decir, en redes de alcantarillado, estaciones de bombeo de aguas residuales o partes de estaciones depuradoras de aguas residuales, las máquinas que producen un ruido con mayor nivel de decibelios del permitido, han estado en paro, con intención de no agravar la labor a realizar en el interior del espacio confinado. Por ello, cuando no ha existido riesgo de ruidos ha sido posible prescindir de los cascos auditivos, siendo más cómodo y más ergonómico el trabajo en el interior del espacio confinado [2,6].

En la figura anterior, se muestra el casco de protección en conjunto con los cascos auditivos, lo que garantiza su uso y su ergonomía al ser llevado durante la realización de la tarea ejecutada y de su colocación (Figura 51).

4.3.9.11. Prendas adecuadas y botas de goma

Siempre que hemos accedido al interior de un espacio confinado hemos llevado puestas botas de goma, esto es así por varios motivos. Por motivos seguridad en cuanto a evitar deslizamientos o mojarse de las aguas residuales existentes en la EBAR, y por ende, por motivos de salubridad, puesto que además hemos evitado que el operario estuviese de manera directa con las aguas residuales [2,6].

En las EEBBAARR suelen haber de todo tipo de sólidos que pueden dañar a los operarios por caída o choque sobre los pies. Por ello, se deben utilizar botas con puntera de acero que minimicen el daño en caso de caída o choque con algún objeto. Igualmente, viene siendo necesario que la bota de agua esté dotada de suela antiestática para evitar que sea penetrada por objetos punzantes que puedan atravesarla y perder la estanqueidad para la que ha sido diseñada y que, además, pueda lesionar al trabajador. En las siguientes figuras, se muestra un tipo de bota de goma con suela antideslizante y puntera reforzada de acero, utilizada y apta para el desempeño diario en este tipo de trabajos (Figuras 52,53) [2,6].



Figura 52: Botas de goma reforzada en suela y puntera

Fuente: Elaboración Propia



Figura 53: Colocación de botas de goma reforzada en suela y puntera

Fuente: Elaboración Propia

4.3.9.12. Guantes de goma

Siempre que se accede al interior de un EC se ha utilizado guantes de goma, esto es así para evitar el contacto con las aguas residuales existentes en la EBAR o para evitar estar mojarse. Los guantes de cuero se mojan y acaban deteriorados, además de no ser higiénico, de modo que el guante de goma viene siendo el tipo de guante más empleado en este argot laboral [2,6]. A continuación se aprecian distintos momentos de trabajo a distintos trabajadores con los guantes colocados (Figuras 54,55,56).



Figura 54: Guantes de goma

Fuente: Elaboración Propia



Figura 55: Colocación de guantes de goma
Fuente: Elaboración Propia



Figura 56: Trabajadores equipados con guantes de goma y guantes cuero
Fuente: Elaboración Propia

4.3.9.13. Arnés

El arnés de seguridad es un EPI obligatorio siempre que se accede al interior de un espacio confinado. Cuando un operario que se encuentra en el interior del mismo, no dispone de un arnés de seguridad y sufre cualquier daño o lesión, no es posible rescatarlo sin entrar. Es por ello, que el arnés viene siendo preciso y, por ende, es recomendable que sea lo más ergonómico posible dentro de sus limitaciones [2,6].

En la siguiente figura se muestra la imagen de un trabajador con algunos de los EEPPII colocados, como son el casco de protección, botas de goma, guantes de goma, máscara facial, equipo de respiración autónoma, arnés, chaleco reflectante y mono desechable (Figura 57).



Figura 57: Operario con arnés y otros EPPII

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente figura se aprecia a varios operarios con arnés de seguridad y chalecos visibles en los trabajos sobre campo (Figura 58).



Figura 58: Operarios con chalecos fluorescentes, arnés y otros EEPPII

Vídeo 9: Colocación de arnés

Fuente: Elaboración Propia

4.3.9.14. Cuerda de vida

Cuando el trabajador ha entrado en el interior de un espacio confinado, siempre ha estado y debe estar sujeto con una cuerda vida que es controlada desde el exterior. Esta cuerda de vida suele engancharse al arnés de seguridad mediante un mosquetón y a su vez a estará sujeto a un trípode de rescate [2,6].



Figura 59: Operario sujeto a la cuerda de vida

Fuente: Elaboración Propia



Figura 60: Operario sujeto a la cuerda de vida

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente figura, se aprecia cómo no fue posible colocar el arnés en este trabajo a un trípode y lo que se hizo fue sujetar a los trabajadores a la barandilla existente para evitar que los estos pudiesen caer (Figura 61). Pero el problema realmente estaría si tuviésemos que sacar a uno de los trabajadores y hubiese que tirar de él como peso muerto, puesto que los esfuerzos necesarios serían demasiados para una sola persona. La utilización del trípode de rescate no siempre es posible en todos los EECC. En este caso concreto, era necesario colocar otro tipo de sujeción, pero por circunstancias de las instalaciones no siempre ha sido posible instalar el equipo necesario. En muchas ocasiones, el EC se encuentra en una vía pública y de pública concurrencia y los Ayuntamientos no siempre permiten instalar elementos fijos para este tipo de trabajo, puesto que molestaría a los transeúntes y podría ocasionar accidentes.



Figura 61: Operario sujeto a la cuerda de vida sin posibilidad de colocar trípode

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente figura se observa un trabajador sujeto a un trípode con una cuerda de vida (Figura 62).



Figura 62: Operario sujeto a la cuerda de vida y a un trípode

Fuente: Elaboración Propia

4.3.9.15. Trípode de rescate

Antes de realizar la entrada a un EC, ha sido obligatorio haber dejado instalado algún sistema de elevación en caso de rescatar a los operarios que se encuentran en su interior. El medio más utilizado ha sido el trípode de rescate. Este elemento es fabricado con las más exigentes garantías de ergonomía y comodidad, es decir, se persigue en su diseño que sea cómodo de instalar y manejar y de poco peso para evitar lesiones por sobreesfuerzos. El trípode se suele fabricar en aluminio o en alguna aleación de similares características que minimicen su peso, por ejemplo, la calamina. También, tienden a fabricarse telescópicos, facilitando su traslado de un punto a otro con el fin de que se pueda llevar en una furgoneta sin inconvenientes [2,6].

Desde el punto de vista de los operarios que lo trabajan, lo hace ser un tanto incómodo a la hora de su montaje, puesto que se necesita de una superficie mínima de unos nueve metros cuadrados para montarlo, con la dificultad que ello conlleva.

En la Figura 63, se observa a la izquierda el trípode colocado en distintos trabajos realizados en la limpieza del tanque de salmuera de Trevélez de la provincia de Granada. En la imagen derecha de la Figura 63, se muestra la EBAR nº 2 del municipio de Castril de la provincia de Granada, donde se aprecia la bomba que se pretendía colocar en esta EBAR. Para ello, fue necesario limpiar el fondo de la EBAR, así como colocar los tubos guías de la bomba que se habían roto y adecuar la bancada para que la bomba ayudada con un camión grúa apoyase adecuadamente en el zócalo.



Figura 63: Trípode de rescate

Fuente: Elaboración Propia

4.3.9.16. Medidor de gases

El medidor de gases siempre ha sido un elemento de protección colectiva indispensable y obligatoria para acceder al interior de un EC. Viene siendo obligatorio utilizarlo antes de acceder a su interior para comprobar que es posible su acceso si no se superan los límites establecidos, así mientras se permanece en él para seguir teniendo conocimiento en todo momento del estado del ambiente y valores de los gases del interior [2,6].

Cuando se ha accedido a un EC en para llevar a cabo esta investigación, siempre se ha utilizado un medidor de gases dotado de varios sensores para medir varios tipos de gases. Los equipos más estándares que podemos encontrar en el mercado miden desde un solo gas, hasta varios gases a la vez. Son muchos los fabricantes que diseñan y fabrican este dispositivo.

Dentro del uso que se le viene aplicando en EECC pertenecientes al sector de las aguas residuales, son cuatro los gases más predominantes que hay que controlar. Estos gases, suelen permanecer y generarse en las aguas residuales y, por similitud, son los mismos en todas las redes.

Apoyados en las recomendaciones de los fabricantes de detección de gases y en la experiencia del investigador, los gases que, por lo general, se encuentran en las redes de alcantarillado, EBAR y EDAR son el CO_2 , CO , CH_4 y SH_2 como ya es sabido. Los detectores de gases que se utilizan en el trabajo diario son aquellos que detectan el monóxido de carbono, el ácido sulfhídrico, un sensor que detecta el índice de explosividad (LIE) para controlar el metano, etano, biogás, etc., y, por último, un sensor que mida el O_2 del habitáculo. En la siguiente figura, se observan dos medidores de gases dentro del EC midiendo los gases que había en el interior de la EBAR del Puerto Pesquero de Roquetas de Mar (Figura 64) [2,6,13,14,15,16].

El uso de un medidor de gases de ácido sulfhídrico como medidor personal viene siendo una buena costumbre para conocer el nivel de este gas que rodea al trabajador. En las siguientes figuras, se aprecia que el ambiente de trabajo de la limpieza del tanque de salmuera de la EDAR de Trevélez de la provincia de Granada estaba ausente del gas tóxico H_2S (Figuras 65,66,67) [13,14,15,16].



Figura 64: Medidores de gases

Fuente: Elaboración Propia



Figura 65: Medidor personal de H₂S

Fuente: Elaboración Propia



Figura 66: Medidor personal de H₂S - MINIPAC

Fuente: Elaboración Propia



Figura 67: Medidor de gases con cuatro sensores Dräger X-am 2000

Fuente: Elaboración Propia

4.3.9.17. Herramientas de mano

No se accede al interior de un EC por curiosidad, ni para ver cómo van los equipos que allí se encuentran, se ha accedido porque había algún problema que así lo requería. Por ello, las herramientas de mano como pueden ser llaves inglesas, llaves planas, llaves de tubo, alicates, martillos, etc., ha habido que utilizarlas, dificultando la labor de trabajar en el interior [2,6].

En las imágenes y vídeos recopilados en estos meses de ensayos e investigación, no ha sido necesario ningún tipo de herramienta compleja que dificultase la tarea a realizar. Casi todo el trabajo de campo se ha limitado, más bien, a entrar a limpiar de arenas y sólidos el espacio confinado, sacar equipos averiados y colocar equipos reparados (Figura 68).



Figura 68: Herramientas de mano

Fuente: Elaboración Propia

4.3.10. Comprobar el buen estado de los equipos

Siempre ha sido conveniente comprobar que todos los dispositivos y equipos que se han utilizado a la hora de realizar un trabajo en el interior de un EC se encontraran en perfecto estado y aptos para poder ser usados en su interior [1,2,6].

Para ello, apoyado en costumbres, se ha ido recogiendo el medidor de gases que se había dejado cargando desde el día anterior, se ha corroborado que, al encenderlo, todos los sensores estuvieran aptos y en buen estado para la realización de su función.

De manera previsor, también ha sido conveniente llevar gasoil o gasolina, en función del grupo electrógeno o generador utilizado. Se comprobó el correcto uso del mismo, mirando bujías cuando procedía y comprobando su arranque antes de llevarlo al lugar donde se iba a trabajar.

Fue necesario comprobar que el equipo de respiración autónoma se encontrara totalmente cargado y listo para ser usado. Siempre se ha probado físicamente, para asegurarnos que abría y cerraba adecuadamente el paso de aire y que la válvula de seguridad del pulmo igualmente funcionaba a la perfección [2,6,10,11].

Se probó y aseguró que el ventilador y extractor funcionaban correctamente. Para el uso del ventilador y extractor fue igualmente necesario el uso de las mangas o tubos de aire [1,2,6,7].

En alguna ocasión se necesitó disponer de una manguera eléctrica para colocar el ventilador y extractor de manera estratégica y que no se vea un equipo afectado por los gases del otro [10,11].

Siempre se ha delimitado la zona de trabajo mediante vallas de protección que prohíban y dificultaban el paso de terceras personas al área donde se va a realizaba la tarea. Igualmente, se delimitó el acceso al espacio confinado para evitar que alguien

pueda caer en su interior. Como se ha comentado, los EECC que se han encontrado en esta investigación son, por lo general, estaciones depuradoras de aguas residuales o estaciones de bombeo de aguas residuales [1,2]. Muchas de éstas, se encuentran en lugares de pública concurrencia como puede ser en una esquina de alguna calle concreta. Es aconsejable también poner conos de señalización, señales de obra como prohibido el paso, desvío provisional, etc. Todo lo necesario para evitar accidentes de transeúntes y viandantes ajenos al trabajo [6,7,12,17,20].

Las escaleras portátiles acorde al EC al que se ha accedido, deben de tener medio metro por encima de la superficie para garantizar una adecuada entrada y salida del espacio confinado.

Es necesario que los trabajadores vayan equipados de todos los elementos de protección individuales que sean necesarios como pueden ser botas de goma, guantes de goma, monos desechables o trajes de agua, casco de protección, cascos auditivos, arnés [2,6].

Cuando se ha realizado el trabajo en una estación de bombeo de aguas residuales, se ha aconsejado cortar o derivar el efluente de agua residual que pueda llegar a ella. Para ello, siempre ha sido necesario obstaculizar el paso de agua mediante un cojinete obturador o balón obturador. Este elemento es un equipo de goma de forma cilíndrica con estrías de manera perpendicular que permite adherirse a las paredes del tubo que hemos querido obstruir. De esa forma, se ha provocado un tapón en ese punto y el agua residual comenzó a cargar la tubería aguas arriba, como si de un tapón o final de tubería se tratase.

En función del diámetro de la tubería o colector que se ha taponado, se coloca un tipo u otro y de un diámetro u otro. En las siguientes figuras, se aprecian balones obturadores sin colocar y colocados, e inflados en el interior de tuberías (Figuras 69, 70). Para inflar este tipo de equipo, es necesario un compresor de aire que pueda inyectar la suficiente presión como para que el obturador queda adherido a la tubería.

Una vez terminado el trabajo, se quita para que el agua continúe su curso hasta la EBAR.



Figura 69: Cojinete o balón obturador para aguas residuales

Fuente: Empresa Dräger



Figura 70: Balón obturador para aguas residuales colocado en tubería

Fuente: Empresa Dräger

4.3.11. Preparar todos los equipos

Si el orden y el planteamiento de preparación son adecuados no siempre ha sido necesaria esta labor. Aun así, el responsable del trabajo o el recurso preventivo ha estado obligado a realizar una supervisión para corroborar que todo estaba bajo control y listo para ser utilizado. Con el fin de intentar aprovechar el tiempo al máximo posible y evitar que otros compañeros se vean perjudicados, se ha intentado que algunos de los equipos se fuesen revisados y ajustados el día anterior. De este modo, siempre se ha evitado inconvenientes de último momento, como por ejemplo buscar un equipo y no encontrarlo o no disponer de tiempo suficiente para realizar una tarea o cargar el medidor de gases o el equipo de respiración autónoma [10,11].

4.3.12. Preparar a los operarios

En ocasiones, ha sido precisa la ayuda de otro operario para colocarse todos los EEPPII necesarios para realizar las labores. El hecho de colocarse algunos elementos de protección individuales, como el arnés o el equipo de respiración autónoma, ha hecho necesaria la ayuda de otra persona que comprobase y se asegure del correcto montaje y colocación en el cuerpo del trabajador, así como su sujeción [2,6].

En la Figura 71, se observa cómo fue necesaria la ayuda de otro operario para ponerse encima del traje de agua o mono desechable, el arnés y equipo de respiración autónoma. Esto ocurre porque el traje de agua es una prenda poco elástica que impide realizar movimientos que, por lo general, no conllevan ningún tipo de dificultad, como es el agacharse o doblar las piernas y brazos. En la Figura 72, se observa el acceso previo a un EC.



Figura 71: Preparación de trabajador para acceder a un EC
Fuente: Elaboración Propia



Figura 72: Preparado y dispuesto a acceder al interior de un EC
Fuente: Elaboración Propia

4.3.13. Desplazamiento al espacio confinado

Por lo general, los EECC a los que se ha accedido en este estudio, se encuentran en los puntos más bajos de la ciudad o localidad, es decir, en lugares de menor cota. Esto es así puesto que son lugares de recogida de las aguas residuales de una zona, para posteriormente impulsarlas a otro punto donde sean conducidas por gravedad o bombeadas nuevamente hasta alcanzar su punto de destino que es la estación depuradora de aguas residuales.

Como se comentó en el apartado “Proceso de triangulación”, este trabajo de investigación ha sido realizado en distintas ciudades de las provincias de Almería y Granada.

En Almería se han llevado a cabo pruebas y accesos a EECC en la red de alcantarillado de aguas residuales de la ciudad de Roquetas de Mar, donde existen 46 estaciones de bombeo de aguas residuales. Roquetas de Mar, al ser una ciudad costera del poniente almeriense, carece de pendientes significativas, lo que hace que la ciudad sea prácticamente plana y sin apenas pendientes que favorezcan las conducciones de las aguas residuales por gravedad. El agua residual es elevada de una EBAR a otra, recogiendo las aguas de cada zona hasta alcanzar la (EDAR). Concretamente, a las estaciones de bombeo de aguas residuales a las cuales accedimos en esta Tesis Doctoral para la toma de datos fueron en la EBAR del Puerto Pesquero de Roquetas de Mar, EBAR Villa África de Roquetas de Mar y EBAR Paseo de Los Baños de Roquetas de Mar de la provincia de Almería.

En Granada, igualmente, se han realizado pruebas y accesos a EECC en EEDDAARR, EEBBAARR y en las redes de alcantarillado de aguas residuales de algunas ciudades de Granada, como han sido en los municipios de Galera, Castril, Trevélez, La Tahá, Órgiva, Zafarraya, Orce y Padul.

Contando con datos, entrevistas, vídeos, fotografías y tiempos empleados, se ha podido llegar a conclusiones que ponen de manifiesto las costumbres y los vicios

adquiridos por los años, así como el procedimiento actual de trabajo, el cual desde el punto de vista del investigador, ha quedado obsoleto y sería recomendable actualizar y adecuar con los medios actuales y a los nuevos tiempos que vivimos.

El tiempo necesario para desplazarnos hasta el lugar donde se ha intervenido en el interior del EC, no ha sido representativo porque de un modo u otro, sería necesario desplazarnos hasta él para realizar la faena. Es decir, una parte importante de ésta investigación pretende demostrar que se invierte mucho tiempo en preparar los equipos, cargarlos y descargarlos. Pero el proceso del transporte, con un medio u otro siempre ha sido necesario, de modo, que se puede optimizar en cuanto a evitar el buscar, cargar y descargar equipos, pero como desplazamiento no ha sido un ratio a comparar.

4.3.14. Cumplimentar el permiso de EECC

Para intervenir en el interior de EECC ha sido obligatoria una autorización por escrito y redactada por el responsable del equipo de trabajo, así como la presencia de un recurso preventivo [3,4,7,8].

Esta autorización hace referencia a los equipos de protección utilizados, bien sean individuales o colectivos [2, 6]. Junto con el permiso de trabajo, existe un plan de intervención o esquema explicativo de la tarea a realizar con el fin de que no quedasen cabos sueltos que pudiesen originar un accidente [3,4,7,8].

En las siguientes figuras se aprecia la cumplimentación de éste permiso de trabajo con las directrices necesarias a llevar a cabo (Figuras 73,74,75) [3,4,7].



Figura 73: Rellenar permiso de trabajo antes de acceder a un EC en Zafarraya

Vídeo 10: Rellenar permiso de trabajo antes de acceder a un EC

Fuente: Elaboración Propia



Figura 74: Rellenar permiso de trabajo antes de acceder a un EC en Trevélez

Fuente: Elaboración Propia



Figura 75: Rellenar permiso de trabajo antes de acceder a un EC en Castril

Fuente: Elaboración Propia

4.3.15. Disponer de un operario como recurso preventivo

La figura del recurso preventivo es obligatoria y necesaria para controlar que los trabajos que se realizan en el interior y exterior del EC, estando presente en todo momento y velando por el cumplimiento de las medidas de prevención y con los requisitos mínimos establecidos por la legislación vigente [7,8,9]. Es el responsable de la toma de decisiones que vayan de manera directa o colateral a la seguridad de los trabajadores. Habitualmente, a casi todos los trabajadores se les ha impartido la formación de recurso preventivo, debiendo ser responsables y conscientes de los

riesgos existentes en cada momento. En los distintos casos en los que se ha hallado en el transcurso de esta investigación, el recurso preventivo ha sido bien uno de los Capataces de Roquetas de Mar, el Capataz de depuración de Granada o el propio investigador.

4.3.16. Descargar dispositivos y equipos necesarios

Una vez llegados al lugar donde se iban a realizar los trabajos a desempeñar en el interior de los espacios confinados ha sido necesario descargar los elementos precisos y repartirlos o colocarlos de la manera más apropiada para impedir que se entorpezcan unos con otros.

4.3.17. Señalizar y balizar la zona a trabajar

La señalización y el balizamiento de la zona de trabajo a ha realizado la labor ha sido una tarea necesaria para minimizar los riesgos a terceras personas ajenas al trabajo a realizar. En las siguientes figuras, se aprecian conos de señalización acotando la zona de trabajo. Esto se ha hecho así a pesar de ser zonas de poco tránsito por viandantes. En ocasiones y cuando el lugar de trabajo es en una zona no transitable por personas ni vehículos, o es una zona privada, con utilizar unas balizas ha sido suficiente (Figuras 76,77) [6,7,12,17,20].



Figura 76: Balizamiento de la zona de trabajo en la EBAR 2 de Castril
Fuente: Elaboración Propia



Figura 77: Balizamiento y señalización de la zona de trabajo en la EDAR de Orce
Fuente: Elaboración Propia

4.3.18. Uso del generador eléctrico

El generador eléctrico o grupo electrógeno ha sido necesario para suministrar suministro eléctrico en aquellos lugares donde no existe red externa de la empresa suministradora o bien sea preciso un suministro independiente. Por ello, cuando se ha utilizado este elemento eléctrico, el cual es un potente emisor de CO₂ de manera continua, ha sido necesario colocarlo en algún lugar alejado de la zona de trabajo. Para facilitar el conexionado de los equipos se utilizaron alargaderas eléctricas hasta la zona de trabajo [2,6].

4.3.19. Uso del ventilador y extractor

El ventilador y extractor de aire son elementos necesarios para mantener un ambiente de aire fresco en el interior del EC. Los gases tienen mayor peso atómico que el oxígeno, por lo tanto, éstos desplazan a éste y permanecen en el fondo. En las EEBBAARR, estos gases tóxicos tan temidos se liberan al mover o agitar el fango. Por ello, el tubo de extracción siempre se sitúa en el fondo del EC, mientras que el ventilador que, de manera continua está insuflando aire fresco, se sitúa en un vértice opuesto y una altura algo superior. Esto se hace así con el fin de sustituir el aire viciado en el interior del espacio confinado [1-2,6-7].

Por supuesto, el ventilador y extractor se deben colocar fuera del EC y a una distancia prudencial que evite que las corrientes de aire puedan afectar a la inhalación de aire fresco por parte del ventilador y expulsión de aire viciado de gases por parte del extractor. Es decir, se colocan en vértices opuestos (Figura 78) (Vídeo 11).



Figura 78: Operario montando el ventilador de aire

Fuente: Elaboración Propia

4.3.20. Medición de gases en continuo

El medidor de gases es un elemento indispensable sin el cual no se podría acceder al interior del EC. Para conocer la cantidad de gases existentes antes de su entrada y saber así si se puede realizar el trabajo o no, ha sido necesario meterlo en el interior mediante la ayuda de algún elemento u objeto. Por ejemplo, si se trata de un espacio confinado en el cual se accede desde la parte superior, se deja caer con una cuerda para controlar y conocer el nivel de gases existentes, antes y durante el trabajo a realizar. Aunque siempre ha existido un medidor de gases colectivo con el fin de minimizar los riesgos y ser conscientes en todo momento de los gases que hay en cada zona o lugar de trabajo dentro de un mismo EC, es recomendable que los operarios lleven un medidor de gases portátil de manera individual (Figuras 79 y 80) [6,7,12].



Figura 79: Comprobación del medidor de gases

Fuente: Elaboración Propia



Figura 80: Colocación del medidor de gases en el interior del tanque Imhoff

Fuente: Elaboración Propia

4.3.21. Escalera de acceso al EC

En ocasiones, no ha sido preciso el colocar una escalera para poder entrar o salir del EC. Ha sido así cuando éste contaba con una escalera fija instalada en su interior o unos pates que permiten entrar y salir del recinto sin la ayuda de una escalera portátil. En las Figuras 81 y 82 se observa este caso en los que no era necesario colocar dicha escalera puesto que existen pates que ofrecen una suficiente garantía [2,6].



Figura 81: Acceso al espacio confinado mediante pates fijos instalados en la pared

Fuente: Elaboración Propia



Figura 82: Acceso al espacio confinado con pates fijos instalados en pared

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente figura, se observa que en este espacio confinado al que se accedió si fue necesario colocar una escalera puesto que no existen pates fijados en la pared, por el hecho de carecer de algún tipo de acceso (Figura 83).



Figura 83: Acceso al espacio confinado mediante escalera portátil

Fuente: Elaboración Propia

4.3.22. Trípode de rescate

Para acceder al interior de un EC, se recomienda disponer de un trípode de rescate para ser usado en caso de intervención y emergencia y socorrer a los trabajadores que se encuentran en el interior del espacio confinado. El trípode lo podemos englobar dentro de un equipo de protección colectivo. En las Figuras 84, 85, 86, 87 y 88, se puede observar el montaje del trípode [2,6].

Las características técnicas del trípode utilizado son:

- Pesa 19kg
- Fabricado en aluminio
- Capacidad de carga hasta 2 personas

- Altura ajustable de 1,32m a 2,30m
- Diámetro entre patas de 0,99m a 1,55m
- Homologado según EN795 Clase B



Figura 84: Montaje del trípode

Fuente: Elaboración Propia

En función del tipo de trípode, marca y fabricante, se diseña en conjunto con un elevador manual para el izado, que normalmente suele ser resistente y versátil. Suele ser diseñado para una carga de trabajo máxima de 140 kilos para el personal y 281 kilos para materiales. El embrague de limitación de carga impide que el izador pueda cargarse en exceso de 281 kilos.

El trípode con el cual se trabajó ofrecía todas las garantías exigidas por la (CE). Es ligero, puesto que se trata de un elemento de aluminio, es de pequeño tamaño porque se hace telescópico para favorecer a su traslado de un espacio confinado a otro. Aún así, e incluso por el hecho de tener estas comodidades a la hora de su desplazamiento, lo hace un tanto incómodo a la hora de su montaje, puesto que al ser telescópico hay

que montar y desmontar cada vez que se use, con el consiguiente riesgo, aunque mínimo, de estar expuestos a una lesión por atrapamiento de dedos. A pesar de esto, este elemento de protección colectivo es un elemento que para ser montado es necesario el uso de dos personas y de una superficie aproximada libre de unos 3 metros cuadrados, solo para su montaje.



Figura 85: Adaptación del trípode a la altura deseada

Fuente: Elaboración Propia

Este trípode portátil está construido de tres patas de aluminio anodizadas y una cabeza del acero al carbono con enchape de cinc. Las patas tienen ajustes incrementales, pasadores de cierre positivo, patas de cierre de bisagra automática con cadena integral de base de pata, y pies anti-deslizantes con punzones auto-afiladas para el uso bajo condiciones heladas. La unidad de trípode puede ser fijada y desmantelada sin el uso de herramientas.



Figura 86: Adecuación del trípode a la superficie de acceso

Fuente: Elaboración Propia



Figura 87: Ajuste y nivelación del trípode

Fuente: Elaboración Propia



Figura 88: Comprobación de la sujeción

Fuente: Elaboración Propia

4.3.23. Acceso al espacio confinado

El acceso a los espacios confinados de EBAR ha sido puntual y programado. Es un lugar inhóspito, cerrado, con ventilación escasa, con altas condensaciones de humedad y con una notable ausencia de aire [1,2]. Tanto para el acceso como para su salida, suele ser necesaria la ayuda de otro operario para minimizar los riesgos que ello conlleva a la dificultad añadida con los distintos EEPPII que son necesarios llevar consigo mismo [2,6].

En las Figuras 89,90 se aprecia la entrada al espacio confinado de un tanque de salmuera existente en la EDAR de Trevélez de la provincia de Granada, donde se realizó un trabajo de limpieza y sustitución de una bomba sumergible.



Figura 89: Entrada al EECC
Fuente: Elaboración Propia



Figura 90: Preparación de trabajador para acceder a un espacio confinado
Fuente: Elaboración Propia

4.3.24. Trabajo en el interior del espacio confinado

Los trabajos a realizar en el interior de un EC son muy dispares. En la siguiente figura, el motivo de acceso no fue otro que sacar un aireador sumergible y un eyector que se encontraban en mal estado. Se puede apreciar que el trabajador accede al interior del habitáculo sin cumplir con el procedimiento de acceso al interior de los espacios confinados. No lleva colocado un equipo de respiración autónoma ERA, tampoco lleva un equipo de respiración semiautónoma, ni siquiera lleva una mascarilla buco facial de gases ni el medidor de gases. Estas actuaciones son frecuentes a pesar de las reiteradas charlas de sensibilización y cursos de reciclaje en cuanto a utilización de los distintos EEPPII, manejo de los equipos de respiración autónoma y equipos de respiración semiautónoma (Figura 91) [2,6].

En la Figura 92, se puede corroborar que este trabajador incumplió en su totalidad el permiso, así como el procedimiento de trabajo de acceso al interior de EECC [3,7-9 12 18]. Ante esta desobediencia, no habría excusas de ningún tipo para que tanto este trabajador como el recurso preventivo que se encontrase al frente del trabajo fuesen severamente sancionados.

Cabe destacar, que si el investigador permitió que esto se realizase así, fue porque se ha pretendido en todo momento ser un miembro más del equipo que realiza el trabajo, intentando no persuadir al resto de operarios y poder así comprobar cómo se realizan las tareas diarias que desempeñan en estos lugares. En este caso en particular, se aseguró de que no corría riesgos y de que no era posible que surgiese ningún tipo de imprevisto. Aún así, el tiempo que duró el trabajo mantuvo en un estado de nervios continuo al investigador que participó como observador espontáneo y no como recurso preventivo.



Figura 91: Sacando aireador averiado sin ERA, ni medidor de gases

Fuente: Elaboración Propia

En las siguientes figuras, el trabajo a desarrollar trató en la limpieza de un tanque de salmuera existente en la EDAR de Trevélez de la provincia de Granada (Figuras 92,93). Aquí se pretendía sustituir la bomba de recirculación sumergible que se encontraba averiada y se quería reparar el eyector de la bomba de aireación del mismo tanque de salmuera. En las Figuras 92 y 93, se puede observar el trabajo de limpieza del fango existente en el interior del espacio confinado con ayuda de agua a presión mediante la lanza de un camión de saneamiento a 180 bares de presión.



Figura 92: Limpieza de tanque de salmuera con camión de saneamiento
Fuente: Elaboración Propia



Figura 93: Limpieza de tanque de salmuera de EDAR
Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 94, se observa la limpieza manual de los sólidos depositados en el fondo de la EBAR del Puerto Pesquero de Roquetas de Mar.



Figura 94: Limpieza de EBAR Puerto de Roquetas de Mar

Fuente: Elaboración Propia

4.3.25. Recoger elementos y dispositivos utilizados

Una vez finalizadas las tareas, siempre es necesario recoger todos los elementos y dispositivos que se han utilizado, guardarlos en la furgoneta o vehículo donde se han trasladado y llevarlos al lugar donde se encontraban o donde se suelen depositar para estar disponibles en una futura ocasión [1-2,6-7], sin olvidar que tenemos que dejar en carga el medidor de gases para que la próxima vez que se utiliza para estar en estado óptimo.

RESULTADOS

5. RESULTADOS

5.1. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO COMPACTO

5.1.1. Introducción

En ocasiones, los equipos, materiales, elementos de protección individuales o colectivos, no siempre suelen estar a punto para ser utilizados en el momento que se necesitan. Antes de su uso, hay que comprobar el estado en el que se encuentran, ponerlos en estado óptimo para su posterior uso, trasladarlos y descargar en el lugar de trabajo. En este proceso de preparación y montaje, se evidencia en ocasiones la falta de optimización en el modo de preparación de la labor a desempeñar. Si a esto se añaden inconvenientes con los que el trabajador o trabajadores se encuentran a diario como incomodidad, cansancio por exceso de peso, fatiga, limitación de movimientos corporales para desarrollar la tarea en EECC, hace que la labor sea ardua y pesada. Cuando los equipos y herramientas que se utilizan resultan incómodos, el operario no suele prestar la atención adecuada a su seguridad, ni a las operaciones para las que se accede a este recinto peligroso [16].

En aras de minimizar lo anteriormente descrito, se ha diseñado un equipo innovador y compacto para velar por la seguridad de los operarios durante todo el trascurso de la jornada e incluso en el caso de tener que proceder a un rescate, pudiendo facilitar los procedimientos de trabajo en el interior de los EECC. Está compuesto de elementos de protección necesarios que englobasen los EEPPII para controlar la seguridad de los trabajadores en el interior de estos lugares tan inhóspitos. Estos dispositivos que se encuentran en el mercado industrial están homologados y gozan de certificado (CE), siendo los fabricantes de conocido prestigio en el campo laboral en el que se suministran y comercializan, por lo que no se tiene inconvenientes a la hora de realizar un adecuado mantenimiento preventivo o correctivo a los mismos, siendo factible el suministro y reposición de cuantas piezas sean precisas.

5.1.2. Remolque

El diseño del equipo compacto para la optimización de trabajos y la minimización de riesgos desarrollado para llevar a cabo actuaciones en el interior de EECC, cuenta con dispositivos montados de manera estratégica en un remolque ligero realizado en fibra de vidrio y perfiles en acero, siendo suficiente dicha estructura para la sujeción de los elementos que lo compone. El fácil acceso a los distintos dispositivos que lo forman, se realiza gracias a dos puertas traseras abatibles y a otra puerta lateral (Figura 95). El remolque que se ha elegido para acoger y resguardar los dispositivos de las inclemencias meteorológicas es un modelo existente en el mercado industrial, el cual por sus características, fiabilidad y ventajas contrastadas hacen de éste equipo el apropiado para el fin que se perseguido. El citado remolque es el modelo TITAN del fabricante Cuni, pudiendo ser éste u otro de similares características como las que se muestran en la Tabla 10 [173].

Características del remolque TITÁN	
Medidas:	360mm x 175mm x 210mm
Homologación:	1000kg
Compartimentos:	1 departamento único compartido
Ruedas:	195/60 R14
Tipo de caja:	Remolque caja cerrada
Material:	Fibra de vidrio, madera, acero, otros
Frenos:	Freno de inercia
Sistema de amortiguación:	Sistemas de torsión
Rango de peso máximo:	1400 kg
Ejes:	2 ejes,
Otras características:	Rueda jockey, Pies de apoyo, Llantas de AL.
Ruedas / Neumáticos:	Rueda grande

Tabla 10: Características remolque TITAN

Fuente: Empresa Remolques Cuni

Se describen los casos en los que se autoriza conducir el equipo compacto remolcado con el permiso de conducción de la clase B:

B

- Automóviles cuya masa máxima autorizada no exceda de 3.500 kg que estén diseñados y construidos para el transporte de no más de ocho pasajeros además del conductor. Dichos automóviles podrán llevar enganchado un remolque cuya masa máxima autorizada no exceda de 750 kg.
- Conjunto formado por un vehículo tractor de la categoría B y un remolque cuya masa máxima autorizada sea superior a 750 kg, en el caso de que el conjunto así formado NO exceda de 3.500 kg

Ejemplos:

- Furgoneta de MMA 3.500 kg + remolque de MMA 750 kg.
- Coche de MMA 2.200 kg + caravana o remolque de MMA 1.300 kg.
Conjunto MMA 3.500 kg.

B-96

- Conjuntos de vehículos acoplados compuestos por un vehículo tractor de los que autoriza a conducir el permiso de la clase B y un remolque cuya masa máxima autorizada exceda de 750 kg, siempre que la masa máxima autorizada del conjunto no exceda de 4.250 kg.
- Para conducir un conjunto formado por un vehículo tractor de la categoría B y un remolque cuya masa máxima autorizada sea superior a 750 kg, en el caso de que el conjunto así formado exceda de 3.500 kg, será necesario superar una prueba de control de aptitudes y comportamientos. No se hace prueba teórica solo práctica.

Ejemplos:

- Vehículo todo-terreno de MMA 2.950kgs + remolque de MMA 1.300 kg, conjunto de MMA 4.250 kg.
- Coche de MMA 2.250 kg s + remolque o caravana de MMA 1.450 kg, MMA del conjunto 3.700 kg.

Las medidas totales del remolque modelo TITAN son 360mm x 175mm x 210mm, aunque la parte que realmente se considera válida para almacenar los equipos son 348mm x 175mm x 200mm, o lo que es lo mismo, 12,78 m³ de capacidad para almacenar los distintos equipos de manera ordenada y acorde con la finalidad que desempeñarán cada uno de ellos tal y como se puede observar en la Figura 95 [173].

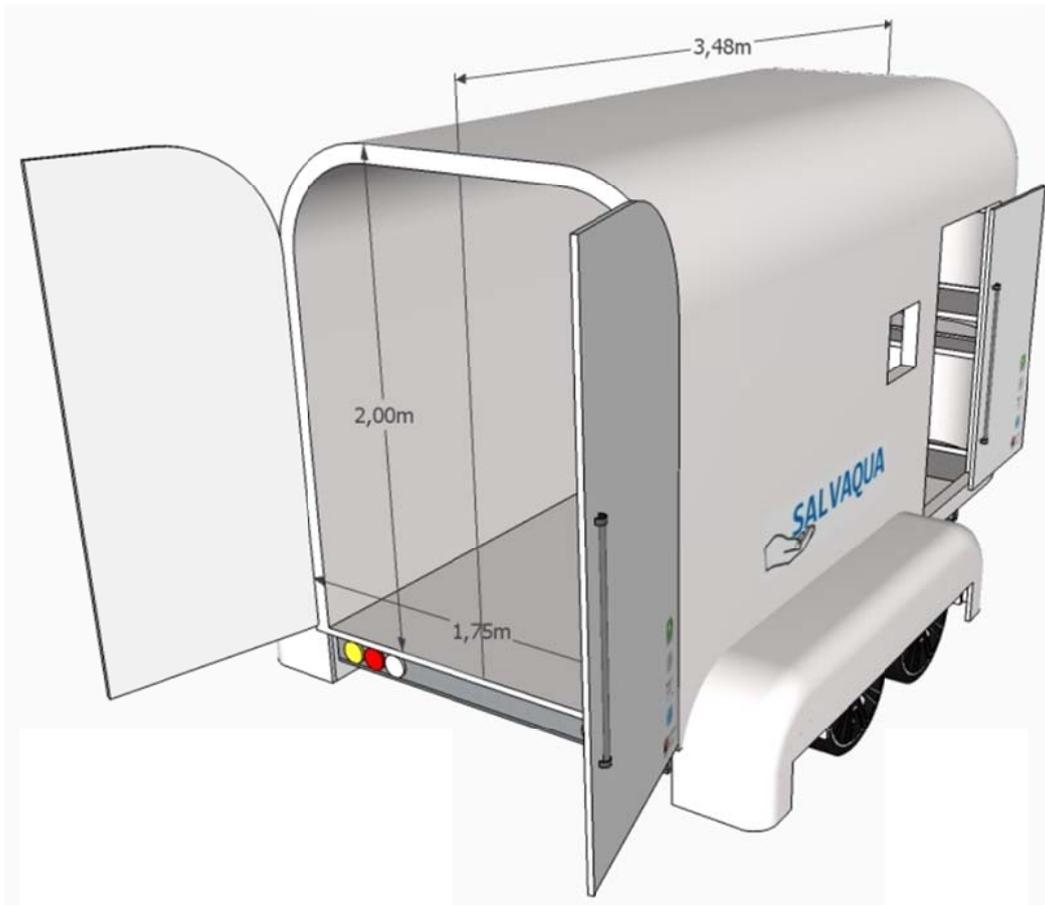


Figura 95: Vista trasera y lateral derecha del remolque diseñado

Fuente: Elaboración Propia

El remolque está preparado para el transporte de materiales relacionados con la industria, ya que el material con el cual está diseñado es de alta gama como el chasis de acero soldado y galvanizado en caliente.

A continuación, en la siguiente figura, se observa la estructura de la base del remolque donde estaría sujeta la capota de fibra y donde irían sujetos o apoyados el resto de equipos (Figura 96).

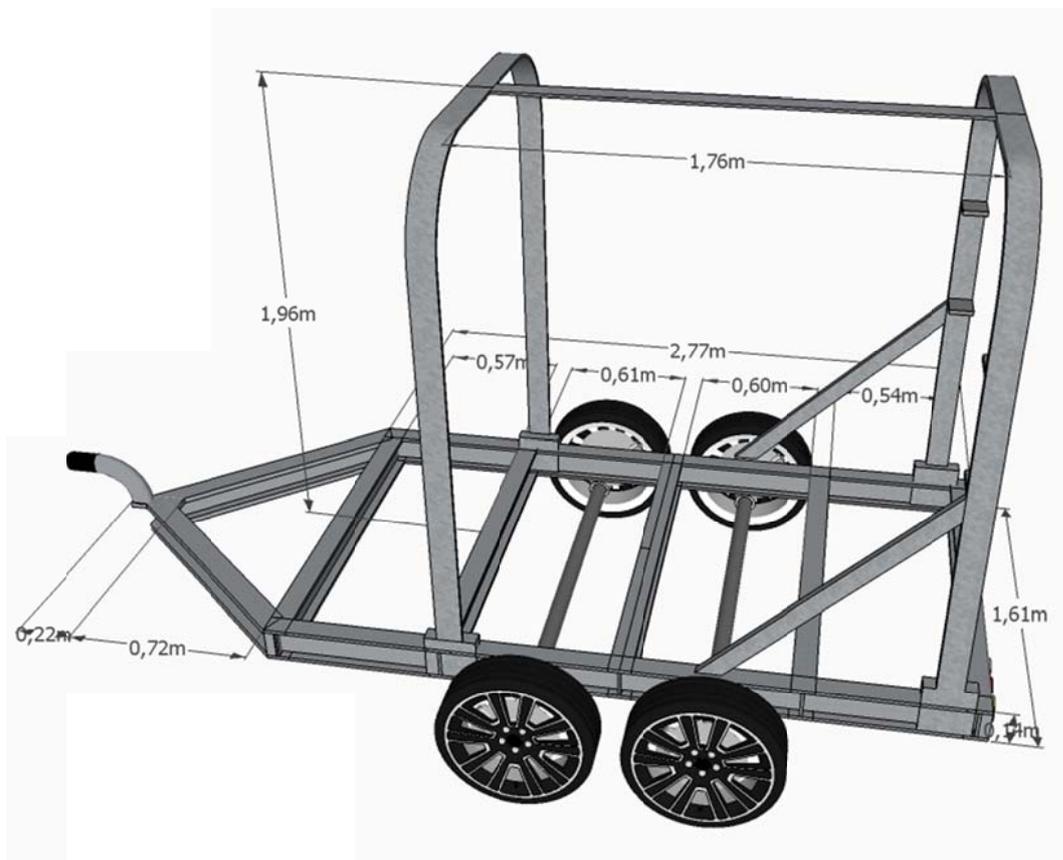


Figura 96: Vista en perspectiva del chasis del remolque

Fuente: Elaboración Propia

La elección llevada a cabo para determinar el remolque que contendrá todos los dispositivos que forman el diseño del equipo compacto, ha sido en todo momento muy sopesada como consecuencia del resto de elementos que lo componen. Los factores

más importantes y decisivos han sido la necesidad de que fuese un remolque ligero, amplio y dinámico. Las mejores ventajas que presenta el remolque elegido son:

- Caja frontal en poliéster.
- Paneles laterales de fibra.
- Chasis soldado y galvanizado en caliente.
- Suelo de madera finlandesa.
- 2 puertas traseras, 1 puerta delantera / derecha.
- Rueda jockey reforzada.
- Guardabarros de fibra.
- Eje c/Freno + suspensión hidráulica independientes.
- Neumáticos 195/60 R14.

5.1.2.1. Comparativa

Se ha comparado el modelo del remolque elegido TITAN del fabricante Cuni, con el modelo IND-210 del fabricante Castillo. Este remolque es igualmente cerrado, tipo porta-herramientas, está preparado y diseñado con materiales de alta gama como el chasis de acero soldado y galvanizado en caliente y los laterales de madera finlandesa de 2 centímetros de grosor. Presenta como novedad respecto al remolque elegido que está diseñado con acabados interiores y exteriores, lo cual le hace más vistoso y sin faltarle detalles. Aun así, no cumplía los requisitos perseguidos. Por ejemplo, la falta de una puerta lateral para acceder a su interior.

A continuación se muestra en la siguiente tabla las principales características del remolque IND-210 del fabricante Castillo, donde se aprecian sus múltiples cualidades que le destacan de otros fabricantes de remolques porta-herramientas, diseñado como materiales de alta gama (Tabla 11).

Características del remolque IND-210	
Tipo chasis	Chasis reforzado y pintado en epoxi.
Seguridad	Lanza reforzada en forma de uve (antivuelco).
Tolerancia	Eje 750 Kg provisto barra torsión.
Tipo de frenado	Freno de inercia y estacionamiento
Suspensión	2 amortiguadores suspensión.
Neumáticos	Ruedas grandes 175/70/13".
Rueda guía	Rueda jockey.
Carrocería	Carrocería panel aluminio sándwich.
Aperturas	Puerta trasera (tipo libro).
Soldado	Piso (suelo) tablero finlandés.

Tabla 11: Características remolque IND-210

Fuente: Remolques Castillo

En la Figura 97, se muestra el remolque IND-210 del fabricante Castillo. Este remolque quedó fuera de la elección por no cumplir con los requisitos perseguidos [174].



Figura 97: Remolque IND-210

Fuente: Empresa Remolques Castillo

Fuente: <http://www.inducast.com/>

En la Figura 98, se muestra el remolque TITAN del fabricante Cuni, habiendo sido el elegido por cumplir con los requisitos perseguidos.



Figura 98: Remolque TITAN

Empresa Remolques Cuni

Fuente: <http://www.remolquescuni.com/spa/item/ART00126.html>

5.1.2. Elevadores

Apoyados y sujetos en perfiles laterales del chasis del remolque, se colocan unos elevadores para poder hacer uso de ellos en caso de emergencias. Los elevadores pueden ser alimentados eléctricamente desde el suministro eléctrico exterior o bien desde el generador trifásico insonorizado que posteriormente será descrito en el punto correspondiente.

El elevador elegido es el modelo MINOR MILLENNIUM del fabricante CAMAC, pudiendo ser sustituido por otro de similares características técnicas que se adapte igualmente a las exigencias generales del equipo (Tabla 12) [175].

Características del elevador MINOR MILLENNIUM		
Potencia elevación	300	Kg
Velocidad elevación	24	m/min
Longitud del cable	30	m
Diámetro del cable	5	mm
Carga de rotura del cable	1980	Kg
Potencia motor	2	C.V
Tensión motor monofásico	220	V
Tensión maniobra	48	V
Ángulo de giro	200	º
Radio de giro	950/1160	mm
Peso	60	Kg
Medidas: Ancho	400	mm
Largo	1060	mm
Alto	640	mm
Volumen	0,27	m3

Tabla 12: Datos técnicos elevador MINOR MILLENNIUM

Empresa CAMAC

Fuente: http://www.CAMACsa.com/index2.asp?web=prods_elevadores3&tipus=htm

A continuación, se muestra el elevador elegido como apoyo en caso de salvamento y rescate (Figura 99). Como puntos básicos, antes de hacer uso de este equipo, es necesario saber que el grupo motriz se instala según las instrucciones específicas para este modelo.

- Antes de ser usado se debe comprobar la correcta colocación de los pasadores y tornillos que unen el grupo motriz con el accesorio.
- Comprobar la tensión, la frecuencia, la toma de tierra y la existencia de diferencial y limitador en la red de alimentación. Estos parámetros a pesar de ser comprobados en el panel táctil o sinóptico del equipo, se debe comprobar físicamente en el propio elevador.
- En el caso de utilizar una alargadera, comprobar que la sección es:

- 2,5 mm² para longitud inferior a 25 metros con tensión 220V
 - 4 mm² para longitud superior a 25 metros con tensión 220V
 - 4 mm² para longitud superior a 25 metros con tensión 110V
 - 6 mm² para longitud superior a 25 metros con tensión 110V
 - Por defecto el equipo trae un cable de 5 mm² con una longitud de 30 metros con una tensión de 220V.
- Comprobar en el panel que los pulsadores efectúan la maniobra que indican (▲Subir - ▼Bajar).
 - Comprobar que al pulsar el final de carrera en la maniobra de subir, el elevador se detiene.
 - Comprobar el correcto enrollamiento del cable de elevación en el carrete.

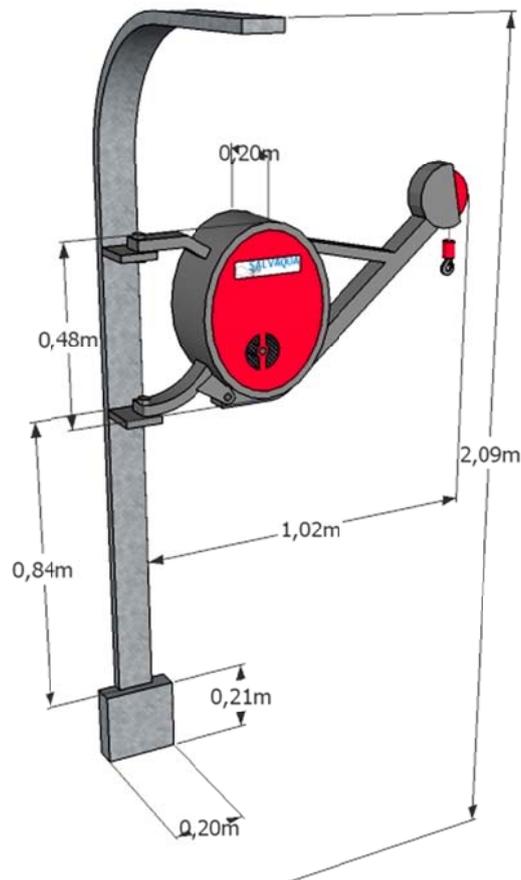


Figura 99: Elevador MINOR MILLENNIUM

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se describen las tareas a llevar a cabo para que los mantenimientos sean lo mínimos, siendo éstos preventivos o predictivos en función de que parte corresponda la acción a acometer. Es importante reseñar que, para que el equipo funcione sin presentar impedimentos, será necesario que siempre se lleven a cabo las siguientes tareas de mantenimientos que a continuación se describen:

Mantenimiento de estructura

- Verificar la correcta colocación de los pasadores "R" en los ejes de giro.
- Engrasar los ejes de giro con frecuencia.
- Comprobar estado de la tornillería.
- Comprobar estado de las soldaduras.
- Comprobar corrosión y pintado en caso de detectarse.
- Efectuar pruebas a plena carga con el grupo elevador instalado levantando la carga del suelo y observando las reacciones del grupo motriz y de la estructura.

Mantenimiento de los grupos motores elevadores

- Comprobar si se observa alguna anomalía en el estado del cable o del gancho con trinquete de seguridad.
- Comprobar estado del cable elevador.
- Comprobar estado de rulinas, casquillos, anclajes y pasadores.
- Comprobar el funcionamiento del final de carrera.
- Notar que no existe ningún ruido extraño.
- Comprobar el estado del gancho de elevación, bulón de apoyo y estado del cable de elevación, comprobando que no existe ninguna rotura, aplastamiento ni deformación del cable de acero. Mantener lubricado el cable de elevación.
- Desmontar la tapa cárter y comprobar el buen estado de las ruedas dentadas, piñones y rodamientos.
- Mantener engrasados los rodamientos.

- Comprobar el estado de la unión entre el cable de elevación y el conjunto tambor de enrollado y el gancho de elevación.
- Comprobar el estado de los componentes eléctricos.

En la Figura 100, se muestra el esquema eléctrico del MINOR.

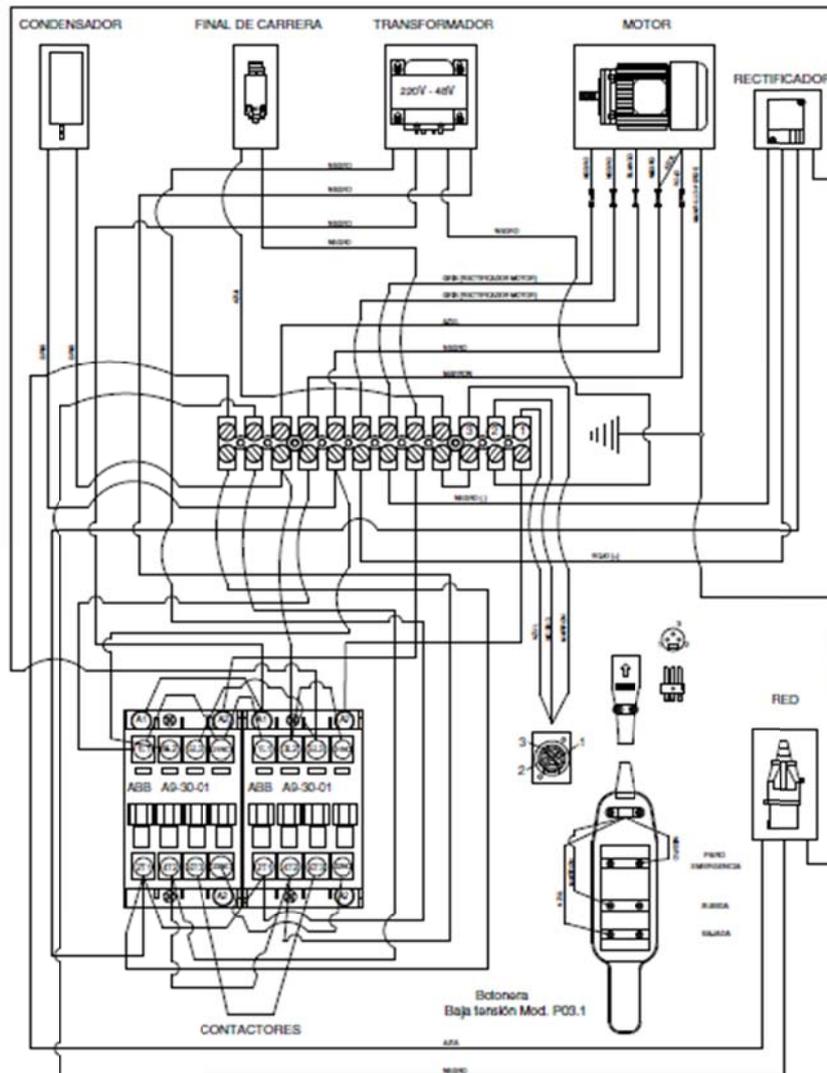


Figura 100: Esquema general del MINOR MILLENNIUM

Fuente: Empresa CAMAC

Es importante no sobrepasar la carga máxima de la columna con más carga que la indicada en modo y forma que se describe a continuación [175]. El montaje del

elevador, al ser de tipo columna, siempre debemos utilizar los apoyos hidráulicos para nivelarlo verticalmente. Se debe apretar el Husillo tensor a 340 Kg x cm (equivalente a apretar el tornillo con dos manos haciendo una fuerza de 13 Kg, aproximadamente, en cada extremo).

No hay que olvidar proceder de manera regular a engrasar los ejes de giro. Después de colocar el elevador, hay que insertar el pasador "R" en el pivote de giro superior. Colocar el tubo Interior a la distancia más conveniente y colocar el pasador columna.

En la Tabla 13 se muestran las reacciones de sujeción y esfuerzos de la carga máxima.

Carga 350 Kg.	
Va	900 Kg.
Ha	140 Kg.
Vb	460 Kg.
Hb	140 Kg.

Tabla 13: Reacciones y esfuerzos del elevador MINOR MILLENNIUM

Fuente: Empresa CAMAC

En la siguiente figura, se muestra el diseño de sujeción para una mejor comprensión del reparto de reacciones y esfuerzos en el chasis del remolque (Figura 101). El elevador o elevadores estarán fuera del remolque cuando realicen este trabajo.

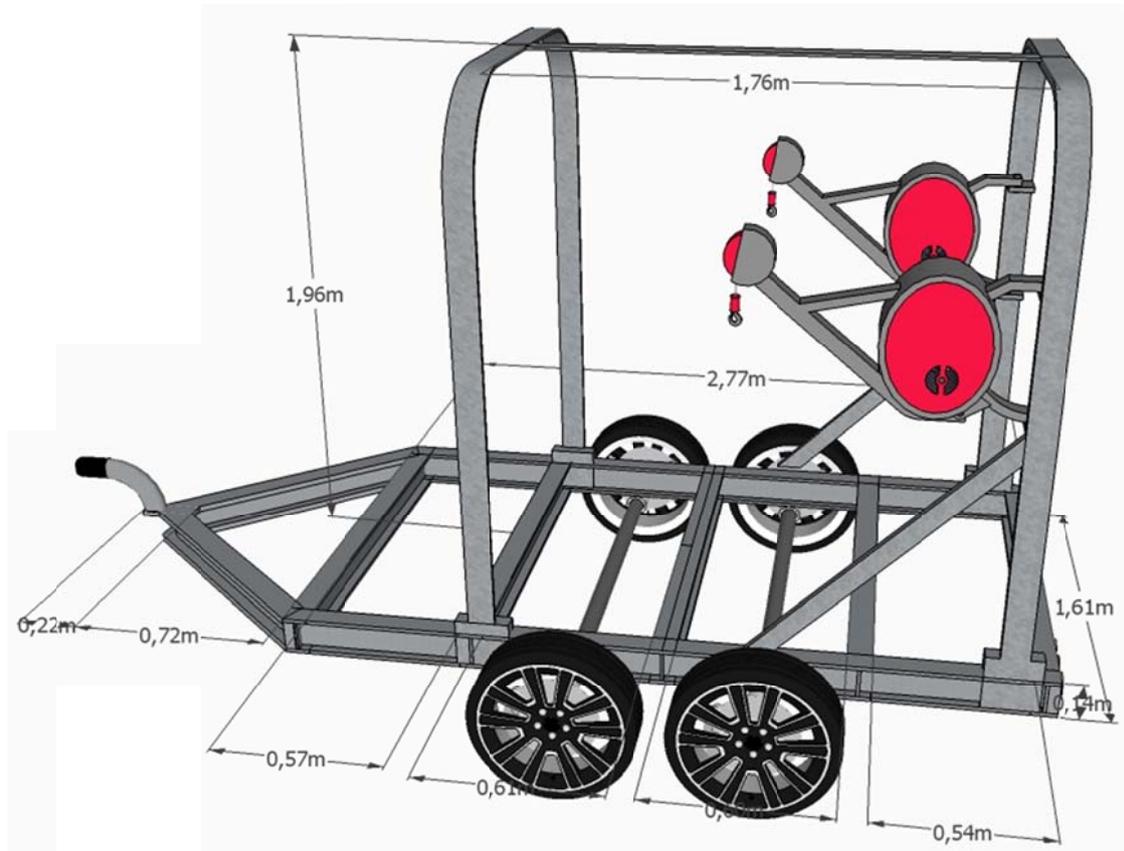


Figura 101: Colocación del MINOR MILLENNIUM

Fuente: Elaboración Propia

Despiece motor monofásico 2 C.V.

En la Figura 102 se muestra el esquema del motor y, en la Tabla 14, se recoge el despiece de las partes de las que se compone el mismo.

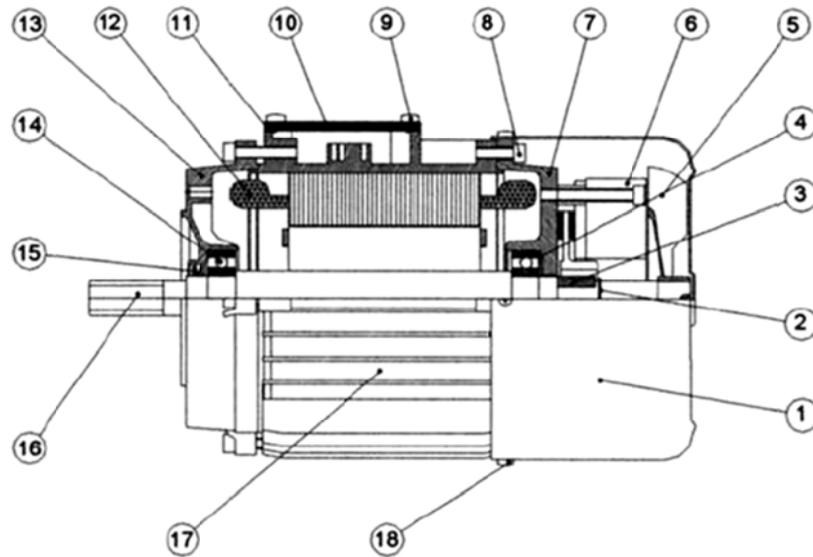


Figura 102: Esquema del motor del MINOR MILLENNIUM

Fuente: Empresa CAMAC

N.º Pieza	Denominación	Código	Cantidad
1	Tapa ventilador IEC-90	R-071193	1
2	Seeger exterior Ø 20mm		1
3	Chaveta 6x6x18 DIN-6885		1
4	Arandela ondulada Ø 52x0,4		1
5	Ventilador IEC80	R-071192	1
6	Freno motor BKF 457/10	R-071191	1
7	Escudo para freno motor	R-071190	1
8	Tornillo M-6x25 DIN-912 pavonado		8
9	Tornillo M-5x10 DIN-7985 cincado		4
10	Tapa conexiones plana	R-071189	1
11	Junta		1
12	Estator 1,5Kw 4 polos	R-071188	1
13	Brida B14 IEC90	R-071187	1
14	Rodamiento 6205-2Z C3		2
15	Retén Ø 25 mm.		1
16	Eje rotor IEC90	R-071186	1
17	Carcasa IEC90s	R-071185	1
18	Tornillo M-4x10 DIN-7985 cincado		4

Tabla 14: Despiece motor monofásico 2 CV con códigos de asignación [175].

Fuente: Empresa CAMAC

En la Tabla 15, se indican los accesorios y códigos de los recambios.

N.º Pieza	Denominación	Código	Cantidad
1	Mordaza freno	R-074000	1
2	Rotor motor 79x140	R-071196	1
3	Rodamiento 6205-2RS	R-081017	1
4	Estator 220V Millennium	R-071197	1
5	Tapa caja bornes completa	R-071198	1
6	Brida motor salida eje	R-074049	1
7	Tapón tuerca tapa freno	R-071199	1
8	Tapa ventilador	R-071202	1
9	Esparrago fijación	R-074058	1
10	Ventilador aluminio	R-071161	1
11	Tuerca regular freno	R-074057	1
12	Tuerca freno autoblocante	R-074053	1
13	Arandela freno	R-074052	1
14	Tornillo fijación tapa freno		3
15	Tapa freno motor	R-071203	1
16	Tuerca fijación rotor	R-074059	1
17	Rodamiento 6206-2RS	R-081011	1
18	Muelle freno	R-074051	1
19	Esparrago tensor freno	R-074060	1
20	Traba esparrago	R-074061	1
21	Arandela tope rodamiento	R-074083	1

Tabla 15: Despiece accesorios y motor monofásico 2 CV

Fuente: Empresa CAMAC

En la Figura 103, se muestra el despiece del motor monofásico.

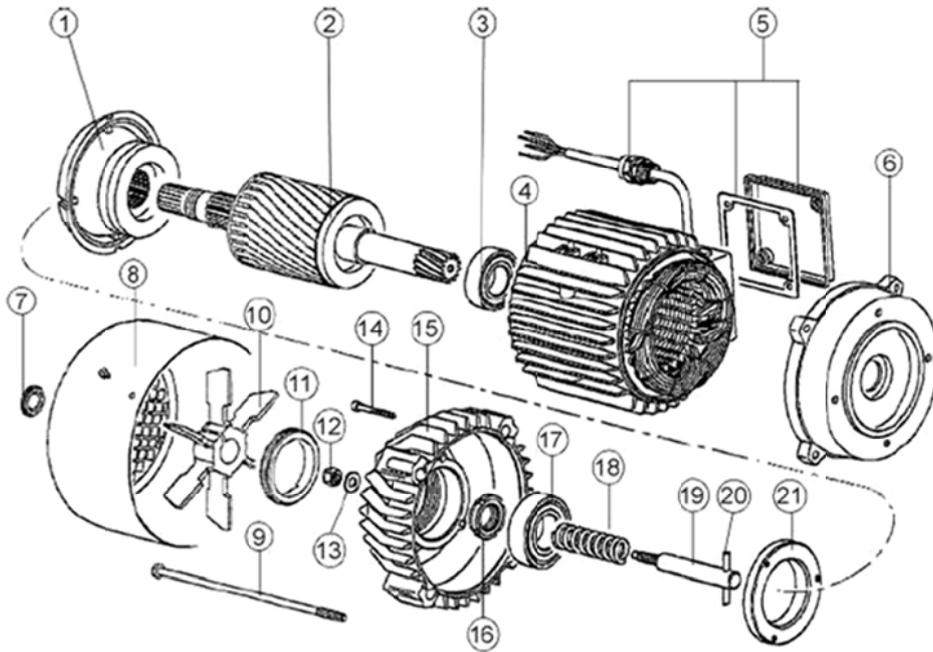


Figura 103: Despiece del motor del MINOR MILLENNIUM

Fuente: Empresa CAMAC

Despiece brazo móvil completo.

En la Figura 104, se muestra el despiece del brazo móvil completo.

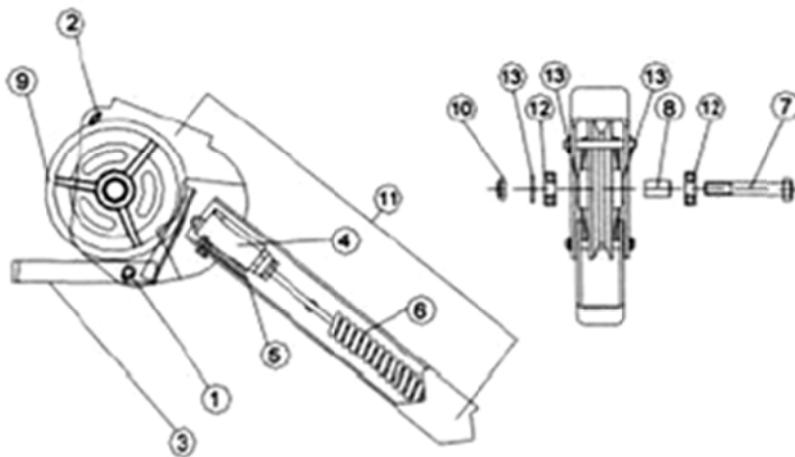


Figura 104: Despiece brazo móvil completo

Fuente: Empresa CAMAC

En la Tabla 16, se muestra el despiece del brazo móvil completo.

N.º	Denominación	Código	Cantidad
1	Conjunto eje palanca F.C.	R-001022	1
2	Eje seguro cable	R-001020	1
3	Palanca F.C.	R-230006	1
4	Interruptor F.C.	R-071008	1
5	Soporte interruptor F.C.	R-130002	1
6	Cable espiral F.C.	R-071531	1
7	Tornillo eje polea	R-091049	1
8	Tubo eje polea	R-001237	1
9	Polea de fundición	R-130080	1
10	Tuerca eje polea	R-092011	1
11	Tubo brazo extensible	R-130341	1
12	Rodamiento	R-081024	2
13	Arandela pulida Brazo móvil completo	R-093007	3 1

Tabla 16: Despiece brazo móvil completo MINOR MILLENNIUM

Fuente: Empresa CAMAC

Despiece cableado telemando en el equipo

En la Figura 105, se puede observar el despiece del cableado del mando del equipo y, en la Tabla 17, se muestra el despiece de accesorios del brazo móvil completo [175].

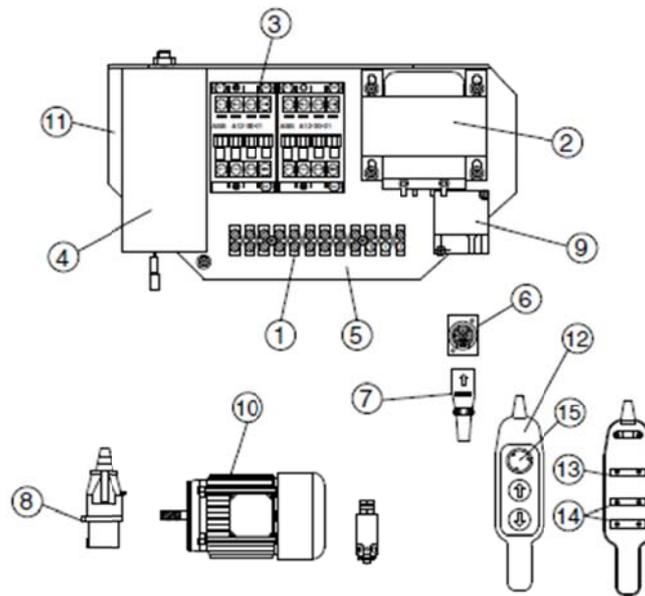


Figura 105: Despiece cableado telemando en el equipo

Fuente: Empresa CAMAC

N.º	Denominación	Código	Cantidad
1	Regleta de conexión	R-071504	1
2	Transformador	R-071229	1
3	Contactor ABB A9-30-01	R-071207	2
4	Condensador 80mF	R-071200	1
5	Chapa base módulo cable.	R-220020	1
6	Conector aéreo 10,236/F	R-071136	1
7	Conector aéreo 10,235/M	R-071134	1
8	Conector aéreo (tensión)	R-071062	1
9	Rectificador motor	R-071273	1
10	Motor electrofreno 220V	R-072031	1
11	Módulo cableado compl.	R-310031	1
12	Botonera sin cable	R-071133	1
13	Cont. bot. P-03-1 emerg.	R-071137	1
14	Cont. bot. P-03-1 sub./baj.	R-071138	2
15	Puls. paro emerg. P-03-1	R-071141	1
16	Bot. cable 1,30m.+conec.	R-320024	1
17	Bot. cable 15m.+conec.	R-320030	1
18	Bot. cable 30m.+conec.	R-320031	1

Tabla 17: Despiece de accesorios cableado telemando en el equipo

Fuente: Empresa CAMAC

Despiece grupo motriz

En la Figura 106, se muestra el despiece del grupo motriz. Se piensa que es destacable que el mástil se puede abatir un metro más.

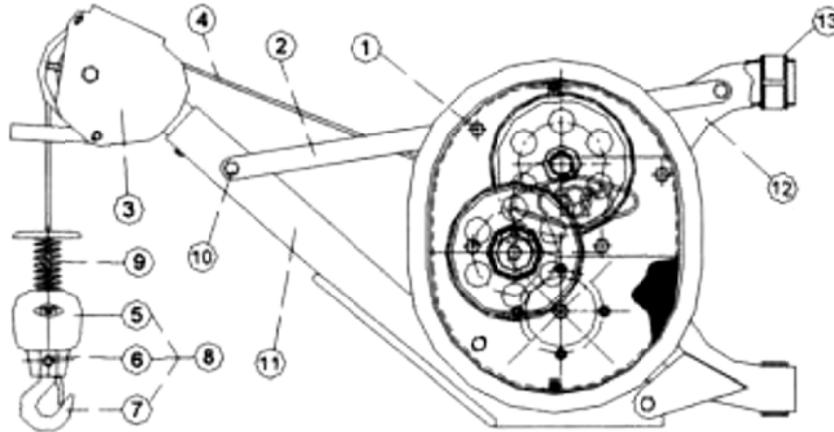


Figura 106: Despiece grupo motriz

Fuente: Empresa CAMAC

En la Tabla 18, se muestra el despiece del grupo motriz.

N.º	Denominación	Código	Cantidad
1	Tornillo Din-931 M-10x15	R-091038	1
2	Conj. tirante fijación brazo	R-230129	2
3	Brazo móvil completo	R-330070	3
4	Conjunto cable acero	R-410004	4
5	Contrapeso	R-210027	5
6	Bulón de apoyo	R-001021	6
7	Gancho C.D.S.	R-001017	7
8	Conjunto contrapeso	R-310011	8
9	Muelle	R-098011	9
10	Tornillo Din-931 M-10x90	R-091057	10
11	Conjunto mástil abatible	R-230128	11
12	Conjunto fijación columna	R-230127	12
13	Casquillo pernis	R-021007	13

Tabla 18: Despiece grupo motriz

Fuente: Empresa CAMAC

En la Figura 107, se muestra el despiece del grupo motriz y, en la Tabla 19, se muestra el despiece de accesorios del mismo.

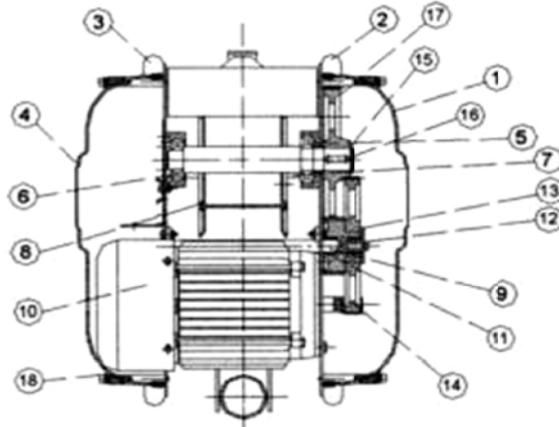


Figura 107: Despiece grupo motriz

Fuente: Empresa CAMAC

N.º	Denominación	Código	Cantidad
1	Tapa lat. lado engranajes	R-021031	1
2	Semichasis lado engranajes	R-230125	1
3	Semichasis lado módulo	R-230126	1
4	Tapa lateral lado motor	R-021032	1
5	Rodamiento lado engranajes	R-081011	1
6	Rodamiento lado motor	R-081017	1
7	Barra separadora	R-001234	3
8	Conjunto carrete	R-210070	1
9	Eje intermedio	R-001233	1
10	Motor con cable	R-072031	1
11	Casquillo eje intermedio	R-021008	2
12	Tornillo Din-933 M 10x25	R-091041	1
13	Arandela fijación	R-130050	1
14	Conjunto rueda intermedia	R-210071	1
15	Retensor Din-471 E-30	R-097005	1
16	Chaveta Din-6885 8x7x15	R-095007	2
17	Rueda de potencia	R-001235	1
18	Tornillo Din-912 M6x16	R-091015	4

Tabla 19: Despiece accesorios grupo motriz

Fuente: Empresa CAMAC

En la Figura 108, se muestra el elevador MINOR MILLENNIUM comercializado.



Figura 108: Elevador MINOR MILLENNIUM

Empresa CAMAC

Fuente: http://www.CAMACsa.com/index2.asp?web=prods_elevadores3&tipus=htm

5.1.2.1. Comparativa CAMAC versus Ibérica, S.A.

Dentro de los requisitos que, un principio, se perseguía o estaban en el aire para requerir que un elevador cumpliera con las exigencias del equipo de salvamento y rescate en el interior de EECC, se pensó igualmente en otros dos modelos. El primero de ellos, es el tractel modelo MINIFOR TR 30 del fabricante Ibérica, S.A. (Figura 109) y, el segundo, el modelo GM-500 del fabricante Wiskehr's (Figura 111), los cuales se van a describir respecto al modelo MINOR MILLENNIUM del fabricante CAMAC.

El elevador MINIFOR abarca un amplio gap de capacidades de elevación, desde los 100 hasta los 950 Kg. Concretamente, el modelo GAMA MINIFOR TR 30 tiene como carga

límite 300 kg en un cable de 6mm [176]. Es compacto, manejable y ligero, convirtiéndolo en un polipasto apto para muchas cualidades. Como ventajas o características a favor cuenta con:

- Alto rendimiento: Excelente ratio peso/potencia. Cáster de aleación de aluminio. Sin limitación de altura. Sonda térmica para protección del motor.
- Seguridad: Finales de carrera superior e inferior regulables. Incorporación de freno en el motor. Cable HP5 de 6,5 mm de sección (carga de rotura 2.500 da N peso por metro 0,170 kg). Grado de protección IP55. Botonera de doble aislamiento y paro de emergencia.
- Ergonomía: Fácil y rápida instalación. Gancho de suspensión orientable. Mando por radio 433 MHz (418 MHz para 115 voltios).
- Normas: Directiva Máquinas 98/37/CEE. EN 292 (equipos de seguridad).



Figura 109: Polipasto MINIFOR TR 30

Empresa Ibérica S.A

Fuente: <http://www.interempresas.net/MetalMecanica/FeriaVirtual/Producto-Polipasto-Tractel-TR-30-S-MINIFOR-12568.html>

En la Tabla 20, se muestra las características del mando y control del polipasto.

Referencia	Nº de Ramal	Carga (kg)	Potencia motor (Kw)	Motor	Velocidad m/minuto	Peso (kg)	Ø Cable
MINIFOR TR-30S	1	300	1,1	Mono	13	32	B

Tabla 20: Características del mando y control del MINIFOR TR 30

Empresa Ibérica S.A

Fuente: <http://www.interempresas.net/MetalMecanica/FeriaVirtual/Producto-Polipasto-Tractel-TR-30-S-MINIFOR-12568.html>

En la Tabla 21, se muestran las dimensiones MINIFOR TR 30, acotadas en el dibujo de la Figura 110.

Dimensiones MINIFOR TR 30											
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
427	15	140	728	209	112	20	20	324	356	112	15

Tabla 21: Dimensiones del MINIFOR TR-30

Empresa Ibérica S.A

Fuente: <http://www.interempresas.net/MetalMecanica/FeriaVirtual/Producto-Polipasto-Tractel-TR-30-S-MINIFOR-12568.html>

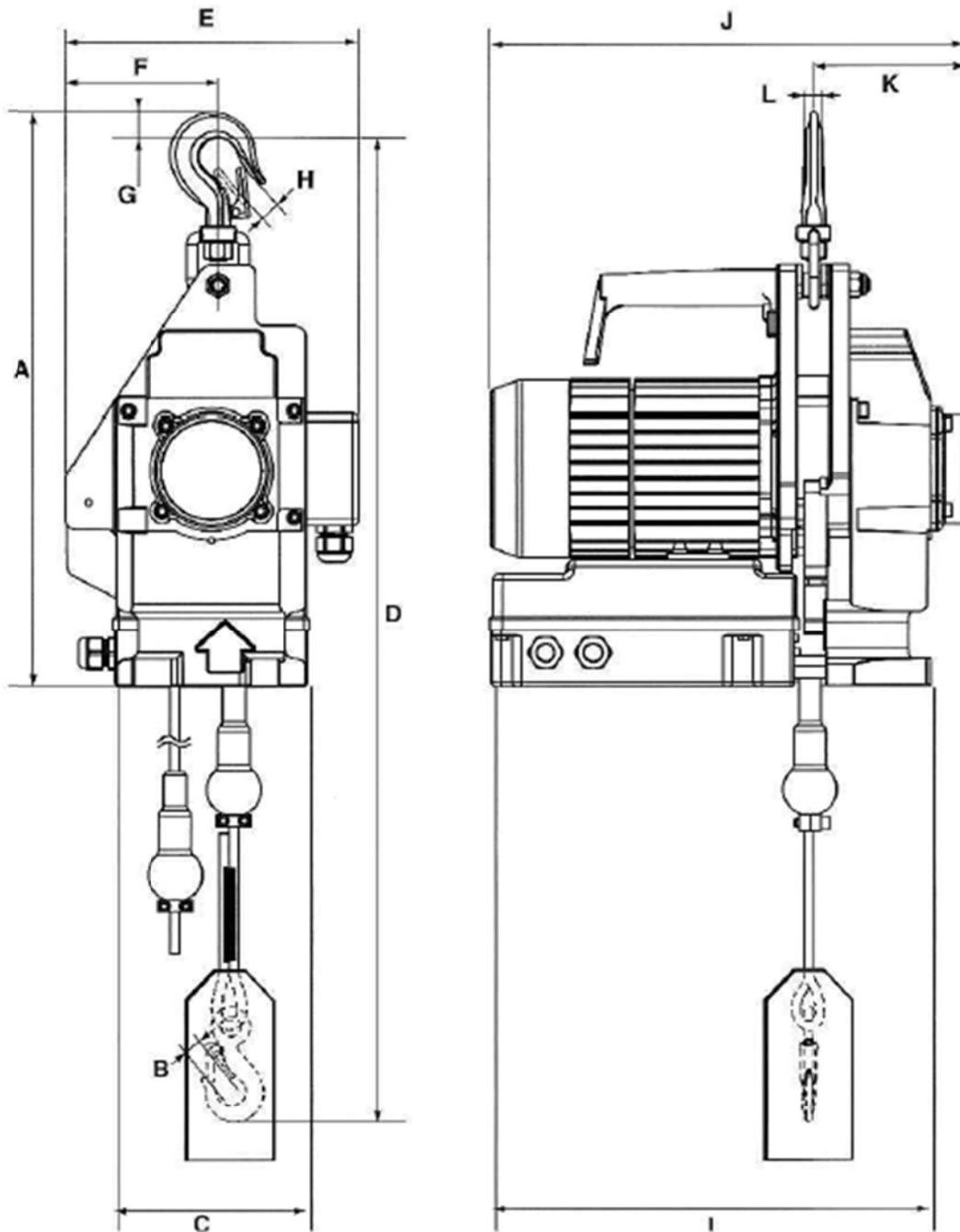


Figura 110: Alzado y perfil del polipasto MINIFOR TR 30

Empresa Ibérica S.A

Fuente: <http://www.interempresas.net/MetalMecanica/FeriaVirtual/Producto-Polipasto-Tractel-TR-30-S-MINIFOR-12568.html>

Como aspectos negativos se consideran los siguientes:

- Ergonomía: Asa de transporte incorporada. Este gancho de suspensión orientable hace necesario colgar el polipasto en un trípode adicional que se pondría encima o delante de la boca de hombre donde se fuese a realizar el trabajo en el EC. Ello conlleva el consiguiente riesgo añadido de caída de objetos de éste o una parte de éste elemento a distinto nivel encima de los trabajadores que se encuentren en el interior del espacio confinado.
- Multidisciplinar: El polipasto es válido para rescatar a un solo trabajador, puesto que habría que dotar de tantos polipastos como trabajadores hubiesen trabajando en el interior del espacio confinado. Esto dificultaría la posibilidad de colgar dos polipastos en el trípode y la necesidad de disponer de un trípode más robusto que el utilizado como (EPI) para un solo trabajador.
- Sujeción: Otra opción más pesada y, por lo tanto, menos favorable, sería colocarlo en el interior del remolque de fibra, adaptando un soporte adicional que permitiese guiar el cable de rescate hasta un trípode externo y, éste, igualmente sería necesario anclarlo al suelo donde se encuentre la boca de hombre, lo que prolongaría el tiempo de preparación de los equipos.
- El anclar el trípode al suelo sería preciso para evitar que los momentos y esfuerzos ejercidos por el trabajador hacia el polipasto desplazasen el trípode longitudinalmente o de manera oblicua en caso de ser rescatado.
- Económica: Otro factor y no menos importante que hizo decisivo el descartar este polipasto o elevador respecto al modelo elegido es el coste, puesto que el Polipasto MINIFOR TR 30 es mucho más costoso en la adquisición con respecto al MINOR MILLENIUM.

Inicialmente, se pensó que este modelo MINIFOR TR 30 podía adaptarse a las exigencias mínimas requeridas, como son la ligereza, robustez y versatilidad. Lo que ocurre es que, a medida que se iban incorporando el resto de elementos al equipo, el concepto peso se convertía en uno de los mayores hándicap a tener en cuenta de cara a acoplar en el interior del remolque y de cara a su TARA y PMA. No hay que olvidar

otro inconveniente como es la necesidad de disponer de un trípode robusto que permita servir de punto de apoyo a los dos polipastos, lo que propiciaría que el tiempo de preparación y colocación del trípode anclado con esbirros para desempeñar la tarea en el sitio de trabajo supusiera otro inconveniente más a salvar, justo lo contrario que se persigue con el Equipo de Intervención, Salvamento y Rescate en el interior de EECC, que es mejorar los procesos y procedimientos de trabajo en estos lugares peligrosos, evitando en todo momento realizar un trabajo innecesario [176].

Con el modelo MINOR MILLENIUM, se evitan todas estas labores de preparación y riesgos de caídas de objetos a distinto nivel, puesto que este modelo no es necesario montarlo ni desmontarlo cada vez que se use, sino que con desplazar el brazo sobre su propio eje saldría fuera del remolque. Además, el mástil es abatible de manera longitudinal, es decir, sacando el mástil al completo se puede incrementar su longitud un metro más, pudiendo estar encima de la boca de hombre e incluso separado dos metros de la parte trasera del remolque. Con ello, no se hace necesario colocar un trípode manual adicional para poder garantizar un izado en caso de rescate, sino que el propio elevador es autosuficiente para realizar esta maniobra.

5.1.2.2. Comparativa CAMAC versus Wiskehr's

Al igual que se tuvo en cuenta todos los detalles de los elevadores anteriores, dentro de los requisitos que se perseguían, se pensó igualmente en el modelo GM-500 del fabricante Wiskehr's (Figura 111,112), respecto al modelo MINOR MILLENIUM del fabricante CAMAC (Figura 108).

Este equipo elevador tipo pluma es fabricado por Wiskehr's en Zaragoza, España. Tiene una estructura tipo trípode, con un motor bifásico 2.4kW (3HP) 220V y 60Hz, velocidad de elevación 20 metros/minuto, longitud de cable 43 metros, sección de cable 6mm [177].



Figura 111: Perfil del polipasto elevador GM-500
Empresa Wiskehr's

Fuente: <http://www.wiskehrs.net/es>



Figura 112: Frente del polipasto elevador GM-500
Empresa Wiskehr's

Fuente: <http://www.wiskehrs.net/es>

Comparativa de funcionamiento:

- Velocidad de Elevación: Los equipos CAMAC tienen una velocidad de elevación de 22 metros/minuto contra los 20 de Wiskehr's.
- Longitud Cable: CAMAC maneja dos longitudes de cables diferentes sin necesidad de cambiar el carrete, el equipo puede ordenarse en 30 o 60 metros, mientras que Wiskehr's solamente en 43 metros.
- Voltaje: Los equipos de CAMAC pueden adquirirse en monofásico en el caso de 400 kg y trifásico en 500 kg. Con Wiskehr's, al ser bifásico 220V, necesita una toma trifásica 220V.

Análisis estructural:

1. Sistema de final de carrera y palanca

Tal como se observa en la Figura 113, su palanca es muy delgada y poco reforzada al compararla con la de un equipo CAMAC (Figura 108). Apoyado en la experiencia y criterios de los distintos fabricantes, esta pieza es de las de mayor desgaste debido al uso indebido. En el caso de final de carrera, la leva que acciona el interruptor y el conjunto donde va apoyado es de plástico, por las mismas razones antes descritas su vida útil será muy corta.

2. Cableado Switch final de carrera

La manguera eléctrica que comunica la palanca final de carrera con el cuadro eléctrico está mal cableada, esto provoca que el mismo perfil muerda el cable y presente roturas que pueden ocasionar cortocircuitos con la consecuencia de que el motor no podrá girar en el sentido "SUBIR" (Figura 114). Por otro lado, este cableado tiene un conector aéreo para poder separar el grupo motor-carrete de los tirantes en el embalaje, este sistema es fácilmente manipulable por cualquier operador, lo que anularía la seguridad de la palanca final de carrera y puede provocar que el motor se quemara (Figura 115) [177].

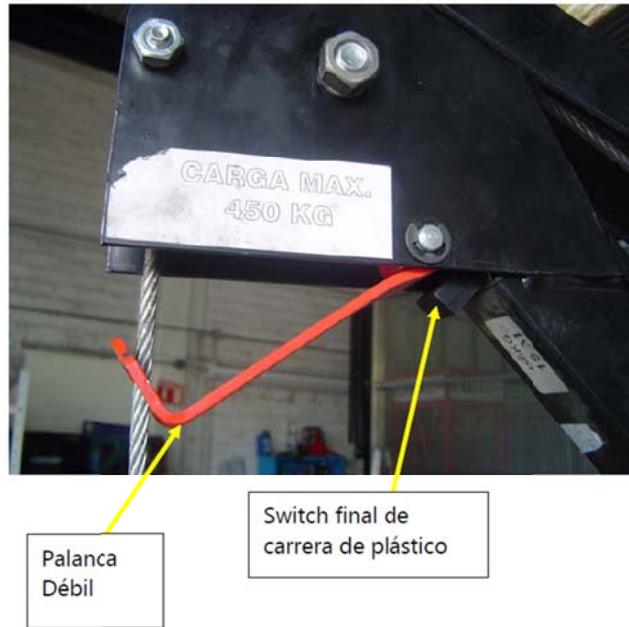


Figura 113: Alzado del detalle del final de carrera y palanca del elevador GM-500

Empresa Wiskehr's

Fuente: <http://www.wiskehrs.net/es>

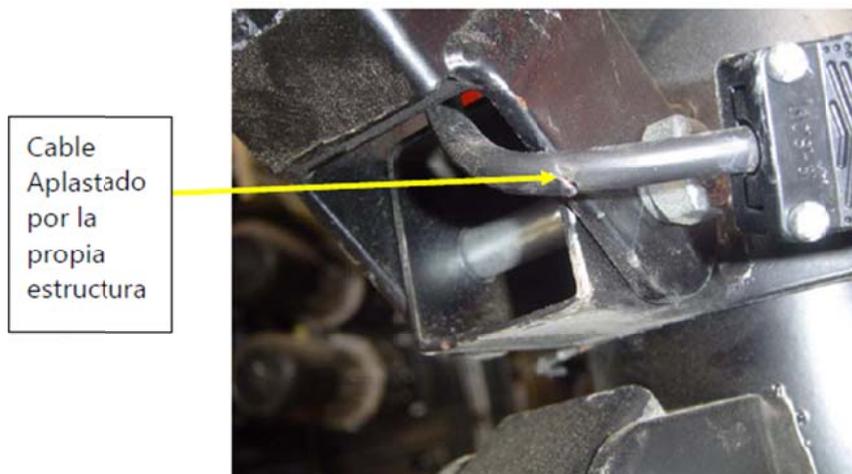


Figura 114: Auto-deterioro del cable del elevador GM-500

Empresa Wiskehr's

Fuente: <http://www.wiskehrs.net/es>



Figura 115: Detalle ficha de conexión del polipasto elevador GM-500

Empresa Wiskehr's

Fuente: <http://www.wiskehrs.net/es>

3. Tirantes estructura brazo

Los tirantes montados por Wiskehr's son soleras de grosor 4,2mm contra los 6,7mm de CAMAC. Van atornillados directamente en los conjuntos semi-chasis con una barra separadora, mientras que en nuestro equipo, van igualmente atornillados, pero tenemos un refuerzo soldado entre los dos tirantes (Figura 116).



Figura 116: Detalle estructura de los tirantes del polipasto elevador GM-500

Empresa Wiskehr's

Fuente: <http://www.wiskehrs.net/es>

4. Plato contrapeso

Tal como se observa en la Figura 117, esta pieza es de un plástico blando, por lo que a las pocas horas de funcionamiento ya se ha desgastado por el roce con el cable. En los equipos CAMAC, este plato es metálico.

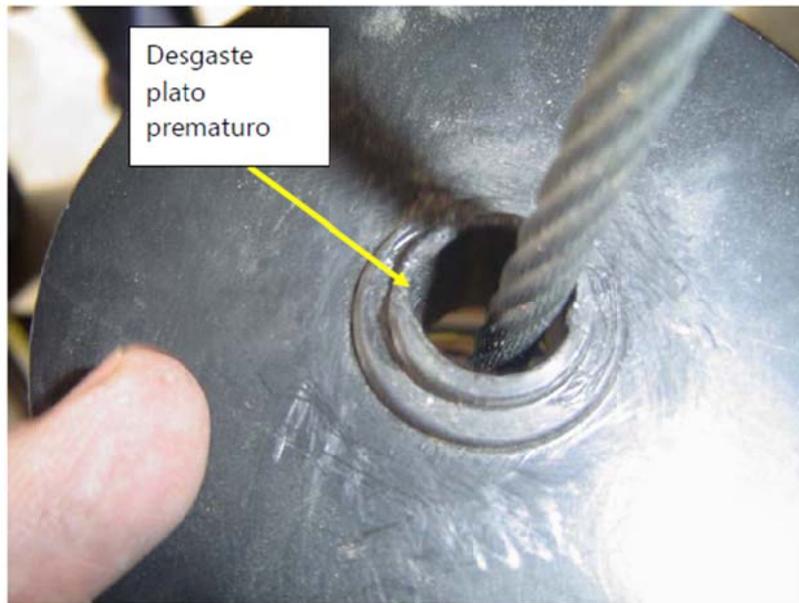


Figura 117: Detalle desgaste en el plato

Empresa Wiskehr's

Fuente: <http://www.wiskehrs.net/es>

5. Ensamble grupo motriz y trípode

El grupo motor-reductor carrete va montado sobre el trípode mediante un sistema parecido al del fabricante CAMAC. Las diferencias están en que, en éstos últimos, existe un cilindro de nylon para guiar el trípode dentro del hueco y éste descansa sobre un balero cónico de cilindros (Figura 118). Así se asegura que no haya juego entre ambas partes y que gire libremente los 360° de por vida. En el caso de Wiskehr's el grupo motor descansa sobre un casquillo de nylon fijo que, a la larga, por suciedad y desgaste, se amarrará o tomará juego [177].



*Figura 118: Detalle casquillo y trípode
Empresa Wiskehr's*

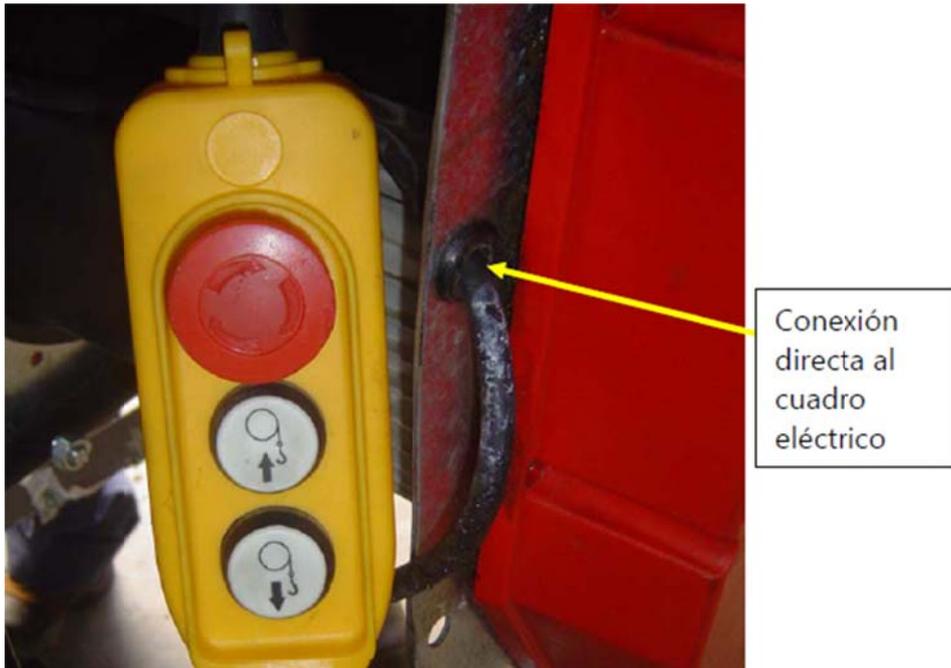
Fuente: <http://www.wiskehrs.net/es>

Análisis eléctrico:

1. Botonera o cuadro de control

El control del equipo es al igual que en los equipos CAMAC a 24V, pero no permite la desconexión de la botonera para evitar que personal no entrenado opere el equipo con el riesgo que conlleva (Figura 119).

En el equipo compacto, no existirá botonera manual para que se manipule desde ella, sino que se hará desde la pantalla táctil que se proporcionará en el cuadro exterior del remolque habilitado para controlar y supervisar todos los parámetros y ratios de la faena que se efectúe en el interior del EC.



*Figura 119: Detalle botonera eléctrica
Empresa Wiskehr's*

Fuente: <http://www.wiskehrs.net/es>

2. Esquema eléctrico de control

El tipo de cableado usado por Wiskehr's es mediante una placa electrónica y contactores de estado sólido soldados a la placa. Ésto entorpece su reparación tanto por la dificultad de cambiar un elemento dañado como por la de encontrar referencias comerciales. Se hace necesario cambiar toda la placa ante una avería.

En el caso de CAMAC, se usa un sistema eléctrico muy básico donde todos los elementos son de fácil cambio y comunes en cualquier establecimiento de componentes eléctricos. Si se considera las variaciones de voltaje y la poca cualificación del personal eléctrico que accede a los EECC, el riesgo de tener una avería en una placa electrónica es muy elevado frente a un cuadro eléctrico standard (Figura 120).

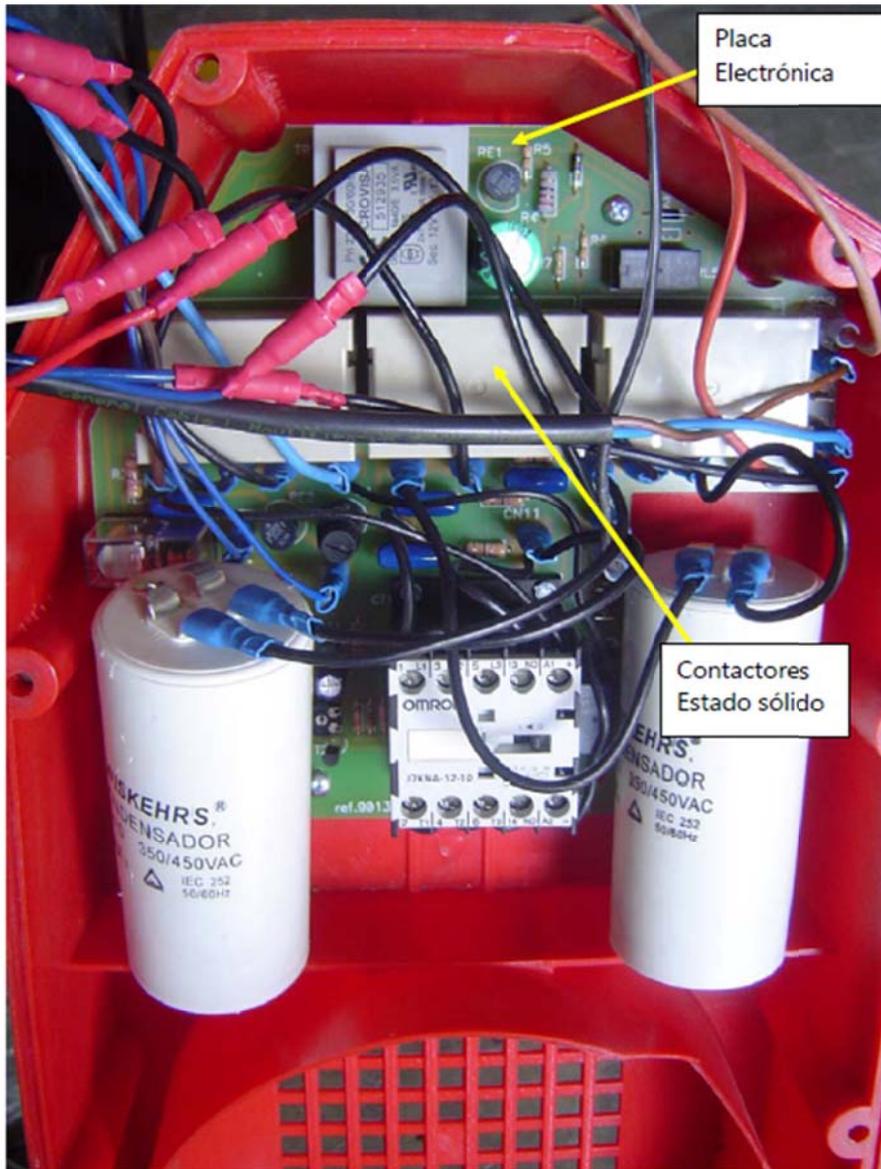


Figura 120: Detalle placa electrónica

Empresa Wiskehr's

Fuente: <http://www.wiskehrs.net/es>

3. Electro-freno

En el elevador de CAMAC, el freno electromagnético actúa directamente sobre el chasis del motor, mientras que en el elevador Wiskehr's es sobre la lámina delgada del semi-chasis. Esto provoca el calentamiento de la láminas (pérdida de rigidez) y desgaste. Con el tiempo, el asiento donde se atornilla el motor se quebrará. Cualquier

golpe sobre el bastidor del equipo desajusta el electro-freno necesitando calibrar nuevamente (Figura 121).



*Figura 121: Detalle electro-freno
Empresa Wiskehr's*

Fuente: <http://www.wiskehrs.net/es>

Transmisión mecánica:

1. Piñones y engranajes

El piñón primario y el piñón de transmisión del eje motor al tren secundario son de plástico. Esto provoca un desgaste mucho mayor que en uno de acero. Cuando los dientes están desgastados, toda la carga va para abajo siguiendo la ley de gravitación. El piñón sí que aguanta, pero la corona de plástico no tanto. Esto significa que la vida útil de la máquina es bastante menor (Figura 122). En el caso de CAMAC estas piezas son de fundición con tratamiento térmico en los dientes de los engranajes.

El que el engranaje y sistema de transmisión sea de un material plástico es un hándicap importante a tener en cuenta. Es la vida de los trabajadores las que se encuentran en juego, como para pasar de un detalle de construcción de esta envergadura. De modo que, por este detalle constructivo y por otros ya señalados, se descarta este modelo y fabricante y se decide, definitivamente, elegir el modelo MINOR MILLENNIUM del fabricante CAMAC.

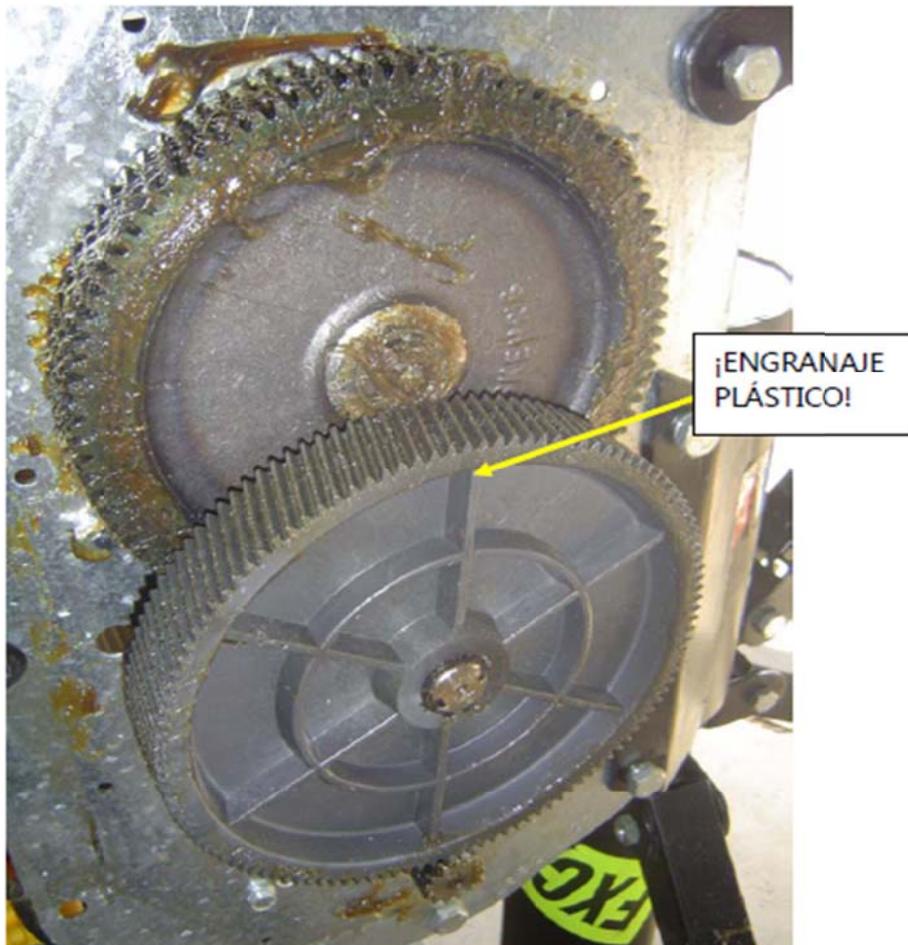


Figura 122: Detalle engranaje plástico

Empresa Wiskehr's

Fuente: <http://www.wiskehrs.net/es>

Como conclusión, se puede adelantar que la estrategia comercial de Wiskehr's e Iberica es tener un precio agresivo para introducir los equipos debido al parecido con los CAMAC. Es fácil no conocer las diferencias si no se profundiza en ellas.

Las fortalezas de un elevador CAMAC frente a un Wiskehr's son [175-177]:

- Más de 15 años de experiencia.
- Equipo modificados según las necesidades del mercado.
- Stock de repuestos.
- Diferencia notable de Calidad entre los equipos.
- Mayor gama de equipos y longitudes de cables.
- CAMAC aporta un grado de seguridad mucho mayor que Wiskehr's e Iberica, teniendo en cuenta que un mal uso o avería de este tipo de equipos puede llegar a ocasionar daños irreparables o incluso la muerte de los trabajadores.

5.1.3. Equipo de aire respirable PAS MAC2000

Formado por un equipo compresor de aire respirable producido a baja presión, según los requerimientos de la normativa vigente de calidad de aire, está compuesto por un motor eléctrico trifásico a 380–415 voltios a una frecuencia de 50/60Hz. Produce 425 litros/minuto a 8,5 bar de aire respirable [10-11]. Posee un sistema integrado “a prueba de fallos” de botellas de reserva de aire que entra automáticamente en servicio en caso de avería del compresor. El sistema de emergencia incluye una alarma acústica con dos salidas y apto para trabajos en zonas (ATEX). Está dotado de ajuste de alarma mínimo 140 bar para sistemas de 200 bar y 180 bar para sistemas de 300 bar. Es imposible utilizar los últimos 20 bares de las botellas. Este sistema de la marca Dräger, modelo PAS MAC2000, es compatible con los sistemas de aire comprimido y de suministro de aire respirable de esta marca.

En la Tabla 22, se muestran las características del compresor PAS MAC2000 para salida a dos vías de respiración [178,179].

Compresor de aire respirable		Tipo y cantidad de botellas				Reserva mínima *			Reserva máxima		
						Capacidad		Tiempo **	Capacidad		Tiempo **
Modelo	Nº salidas estándar	6 litros 200 bar	6 litros 300 bar	9 litros 200 bar ***	9 litros 300 bar	Litros	Tiempo / usuario **	Todas las salidas en uso	Litros	Tiempo / usuario **	Todas las salidas en uso
PAS MAC 2000	2	2				1440	36.00	18.00	2160	54.00	27.00
	2		2			1920	48.00	24.00	3360	84.00	42.00
	2			2		2160	54.00	27.00	3240	81.00	40.50
	2				2	2880	72.00	36.00	5040	126.00	63.00

Tabla 22: Características técnicas del compresor de aire respirable

Fuente: Empresa Dräger

Por lo tanto, de manera global, se podría asegurar que se mejora la forma de trabajo sin necesidad de filtros externos sin necesidad de depósitos o botellas externas y sin necesidad de equipos adicionales. En la Figura 123, se muestra el equipo compresor de aire respirable PAS MAC2000 y, en la Figura 124, su dibujo en 3D.



Figura 123: Equipo PAS MAC2000

Empresa Dräger

Fuente: <http://www.draeger.net/media/50/00/06/50000631>

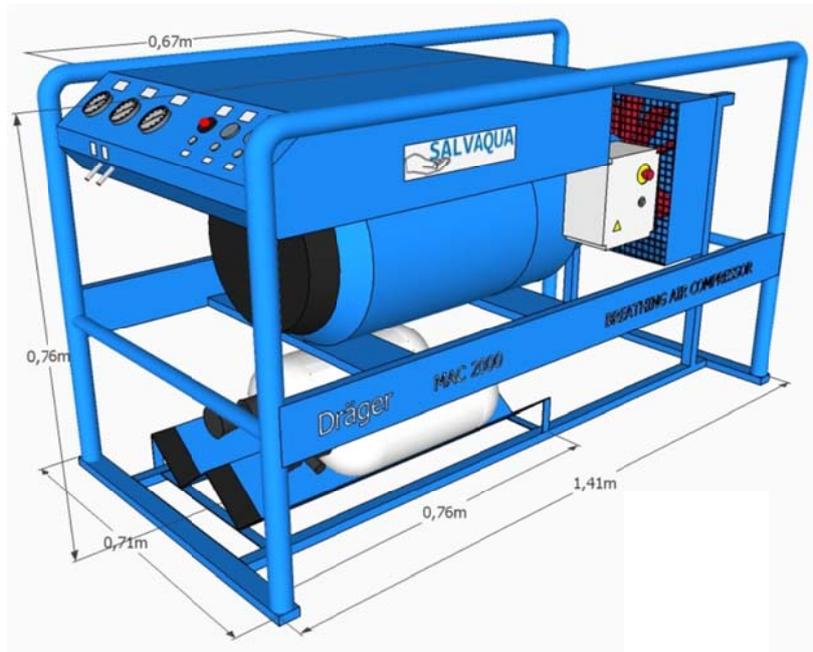


Figura 124: Equipo de aire respirable PAS MAC2000

Fuente: Elaboración Propia

En conjunto, el flujo de aire respirable se proporcionará y será suministrado y compuesto por:

- Compresor de aire Dräger PAS MAC2000 completo.
- Mangueras Dräger 50m.
- Cinturón PAS Airline Arnés.
- Dräger pulmo-automático.
- Máscara Dräger FPS-COM-PLUS.

Al sustituir la bombona de aire de 6 litros de capacidad por el aire suministrado por este compresor (Figura 124), se disminuye el riesgo de lesiones dorso-lumbares y el agotamiento físico y psíquico. No hay que olvidar que, cuando se produce el agotamiento físico, las defensas del cuerpo humano son más vulnerables a la exposición de cambios bruscos como el calor, gases, etc.

Se describen a modo de sub-niveles, dentro de este punto, aquellos dispositivos vinculados directamente al equipo de aire respirable como son la manguera, cinturón en línea y la máscara anti-gases [178,179].

5.1.3.1. Manguera Dräger

El aire se proporcionará hacia un adaptador facial tipo máscara a través de una manguera de aire respirable y cinturón de línea que conecta al usuario con la fuente de aire respirable (Figura 125). Las mangueras de comprimido para la alimentación del aire respirable son mangueras homologadas reforzadas con tejido para proporcionarles una alta resistencia a la tracción, plegamiento y aplastamiento y a la perforación. Además, la manguera posee un revestimiento exterior que le proporciona resistencia a aceites y agresivos químicos [10,11]. También, poseen una buena conductividad eléctrica para evitar cargas estáticas. A ambos extremos, disponen de conexiones de seguridad al objeto de que no puedan soltarse involuntariamente. Las características que hacen ventajosas este tipo de manguera son las de ser ignífugas, antiestáticas, anti-estrangulamientos y tener conexión de enchufe rápido.

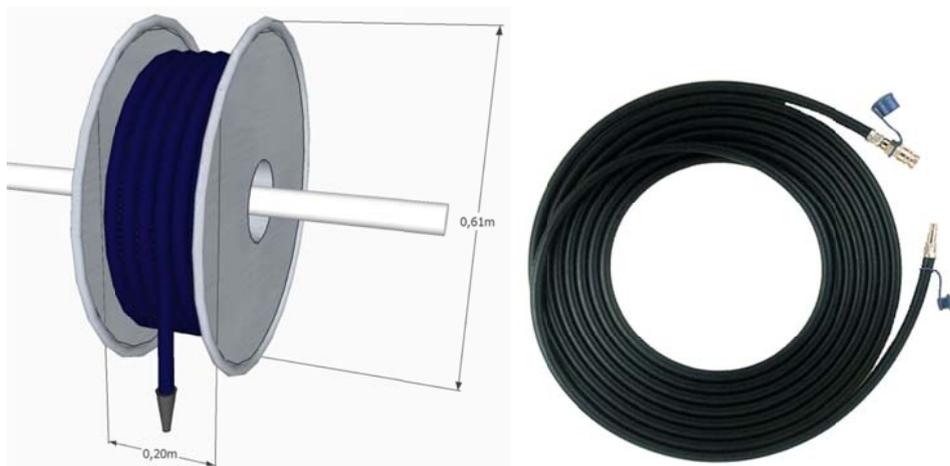


Figura 125: Manguera de aire respirable

Empresa Dräger

Fuente: http://www.draeger.net/media/50/00/06/50000631/seguridad-industrial_catalog_es.pdf

5.1.3.2. Cinturón en línea PAS Airline Arnés

El cinturón de línea suministra el aire conectando al trabajador con la fuente de aire respirable (Figura 126). Se definen como equipos básicos aquellos que permiten la conexión del usuario entre la fuente de suministro y el adaptador facial. Con un peso de 0,450 kilos y una gran versatilidad, le permite su uso con filtro y como equipo independiente. Su flujo de aire es de 160 litros/min y ajustable hasta 300 litros/min. Se puede utilizar con filtros contra partículas conjuntamente. Otra característica es que se puede conectar adicionalmente a un equipo de escape (tipo PA 90 micro) en el caso de trabajo en atmósferas muy contaminadas. Además, no utiliza consumibles. Su uso es hasta presiones de 10 bares, material antiestático, dispone de acoplamientos adicionales para el uso de herramientas neumáticas, una fuerza de tensión mayor a 1000 N. Las características que hacen ventajosas este tipo de manguera son las de ser ignífugas, antiestáticas, anti-estrangulamientos y tener conexión de enchufe rápido [10,11].

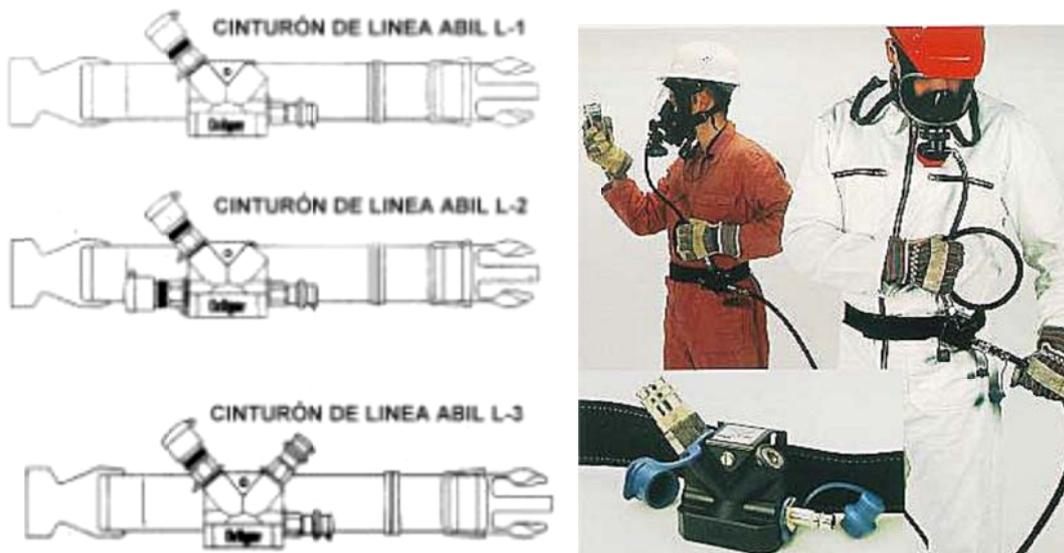


Figura 126: Cinturón en línea con fuente de aire respirable

Empresa Dräger

Fuente: http://www.draeger.net/media/50/00/06/50000631/seguridad-industrial_catalog_es.pdf

5.1.3.3. Máscara Dräger FPS-COM-PLUS

La máscara FPS-COM-PLUS garantiza la estanqueidad total el adaptador facial estando construido en EPDM de alta calidad, no ejerciendo ningún tipo de acción adversa a la piel y de gran resistencia al envejecimiento (Figura 127).



Figura 127: Mascara con comunicación inalámbrica

Empresa Dräger

Fuente: http://www.draeger.net/media/50/00/06/50000631/seguridad-industrial_catalog_es.pdf

La calidad de los materiales utilizados la otorgan una gran flexibilidad, lo que se traduce en una gran comodidad de uso. Es la única con doble cerco estanco para conseguir un ajuste perfecto a la cara. Dispone de cristal panorámico para una visión sin limitaciones. La pieza de conexión al pulmo-automático es gracias al sistema de enchufe rápido. La máscara dispone de mascarilla interior, membrana acústica de acero inoxidable libre de mantenimiento, válvula de inhalación y válvula de exhalación con sistema de muelle tarado para controlar la sobrepresión en el interior.

El atalaje está formado por cinco pulpos de ajuste de neopreno que garantizan la estanqueidad, o bien en la opción SUPRA por dos enganches rápidos de acero

inoxidable que permiten su ajuste al casco integral respiratorio Dräger. La máscara es completamente desmontable sin necesidad de herramientas especiales. Además, incluye el micrófono FPS-COM-PLUS que capta la voz del usuario. Esto hace que sea posible comunicarse sin ninguna interferencia, incluso con fuerte sonido ambiente. El nuevo desarrollo digital, con filtros con tecnología de reducción de ruido, descarta cualquier interferencia que puede alcanzar el micrófono o cualquier realimentación acústica que pueda ocurrir. En la respiración particular, los sonidos no se transmiten a la voz amplificada o la radio. Esto le permite concentrarse plenamente en el mensaje de voz o de radio (Gráfica 6) [180].

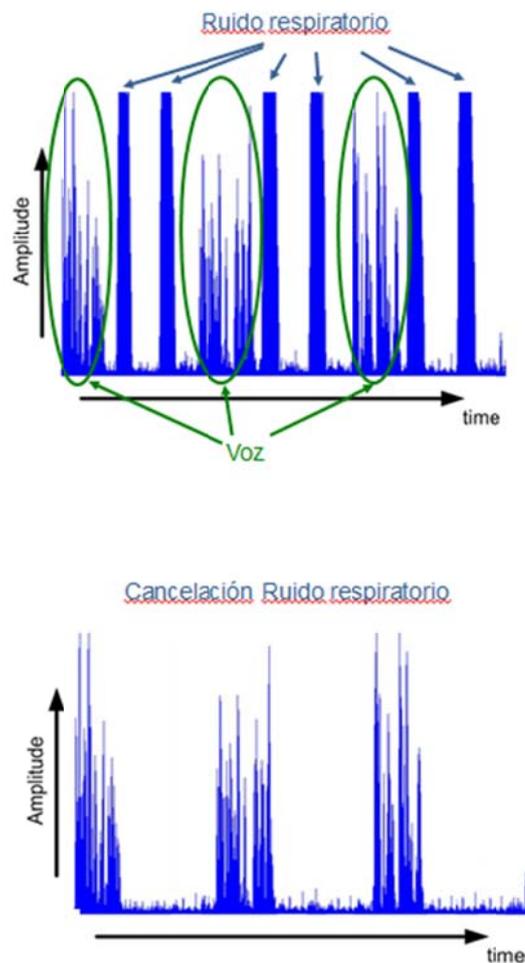


Gráfico 5: Cancelación ruido respiratorio

Empresa Dräger

Fuente: http://www.draeger.net/media/50/00/06/50000631/seguridad-industrial_catalog_es.pdf

El interruptor On/Off de la FPS-COM-PLUS sólo puede ser maniobrado mediante la aplicación deliberada presión al interruptor. También, está equipado con un reborde protector en un lateral, lo que evita la desconexión accidental de la comunicación unidad durante el trabajo. A pesar de estas precauciones, el interruptor puede ser fácilmente manipulado, incluso con guantes gruesos.

Si por descuido, se olvida apagar el FPS-COM-PLUS después del trabajo, no es un problema, la unidad de comunicación se apaga automáticamente si los sonidos de respiración no son recibidos por el micrófono durante al menos diez minutos (después de una señal de pre-notificación). La transmisión automática cierra después de un preaviso de tres veces lo que permite aumentar la vida útil de la batería, reduciendo el mantenimiento costoso y asegurando que el equipo está listo para su uso cuando sea necesario. Las características que hacen ventajosas este tipo de máscara frente a otro tipo de máscara son [180]:

- Fácil de operar
- Diseño de bajo perfil para una vista sin obstrucciones
- Construido para resistir los choques y el impacto
- Fácil de ver, las luces LED brillantes:
 - *verde (listo)*,
 - *rojo (no preparado)*
- La señal de advertencia clara en el 25% o el 10% de la capacidad restante de la batería (estándar AAA)
- Fácil adaptación de los FPS actuales 7000 máscaras mediante la sustitución de la visera.
- Aprobaciones:
 - ATEX para su uso en atmósferas potencialmente explosivas (zona 0), EN 136 y EN 137 Tipo 2 (equipo en caso de fuego)
- Externa sonido envolvente
- Compatible con el timón-mask-adaptador

- Disponible cables directos: Waris, Jedi, Entel und Niros

A continuación, se realiza una comparativa de las características técnicas de las tres máscaras de mayor prestigio de empleo en el sector industrial y que se resume en la Tabla 23. Concretamente, se trata de las máscaras FPS-COM-PLUS de Dräger [180], Ultra Elite ComKit de MSA [181] y la TALK-AROUND de SCOTT [182].

Ultra Elite ComKit

Idioma:

- No dispone de amplificador de voz
- La voz es recogida en el exterior de la máscara
- Sin auricular, por lo tanto el altavoz está muy lejos desde el oído.

Comodidad de uso:

- Debido al acople en un solo lado de la máscara, no hay distribución equilibrada del peso de la misma.
- La máscara es más pesada en un lado, se siente como desagradable.

Ultra Elite ComKit

Funcionalidad equipo inalámbrico:

Comodidad de uso:

- Debido al acople en un solo lado de la máscara, no hay distribución equilibrada del peso de la misma.
- La máscara es más pesada en un lado, se siente como desagradable.
- El peso del sistema de comunicación intensifica el problema.

FPS-COM- PLUS

Respecto a ésta máscara ya se han comentado su funcionalidad como equipo inalámbrico anteriormente.

	Dräger FPS-COM- PLUS	MSA Ultra Elite ComKit	SCOTT TALK-AROUND
Interfaz de Radio - RI	SI	SI	SI
Amplificador Voz-VA	SI	NO	SI
Adaptación máscara	Totalmente integrado	Adaptado a 1 cara	Adaptado a cara dcha.
Tipo	AAA		AAA
Cantidad de baterías	2		3
Periodo de uso	Hasta 15 horas	Hasta 15 horas	Hasta 15 horas
Posibilidad combinación	Dräger PTT CC400 / CC500 combinable / disponible PTT	Micro y altavoz son conectado a través cable a separado PTT y la radio	Solo para radios americanas
Comodidad de uso	Diseño integrado, sistema con peso equilibrado	Fácil montaje y quitarse de la máscara	Sin hilos comunicación entre el PTT y la RI
Peso aproximado	250 gramos	433 gramos	-
Aprobación	ATEX para su uso en Ex-zona (Zona o), EN 136 y ES 2 137 Tipo	EN 136 clase 3 para Ultra Elite mascarilla serie ATEX: Ex II 2G EEx ib II T4 B	Aprobado para seguridad intrínseca varia, los grupos A, B, C, D, E, F, G por AARMI UL 913 NIOSH NFPA 1981
Precio aproximado	700€	433€	-
Limpieza	COM-PLUS puede permanecer conectado a la máscara durante limpieza manual	¿?	La unidad se puede limpiar con agua caliente y limpieza suave agente.
Apagado automático	Si, pasados 10 min.	¿?	¿?
Función llamada en equipo	No	No	Si

Tabla 23: Comparativa máscaras de distintos fabricantes

Fuente: Elaboración Propia

5.1.4. Ventilador - Extractor

Es obligatorio renovar el aire de los EECC tanto antes de realizar el trabajo como en el transcurso del mismo. Para ello, se dispone de un ventilador más una manguera flexible que introducirá aire limpio en el interior de estos lugares. Igualmente, se dispondrá de un extractor dotado de otra manguera flexible con el fin de extraer el aire viciado. Como, por lo general, los gases pesan más que el oxígeno, siempre suele almacenarse en el fondo desplazando el oxígeno a la parte superior. Con ambos equipos se realizan las renovaciones necesarias para mantener el aire del ambiente más fresco (Figura 128).

Tanto el ventilador como el extractor están conectados a la unidad de control mediante un autómata programable y, a su vez, dotados con inversor de giro, de manera que se puede cambiar el sentido de funcionamiento, pudiendo servir de ventilador o bien de extractor, según las necesidades requeridas en cada momento.

Las exigencias requeridas al ventilador y extractor son sencillas. Las más premisas más importantes son:

- Tensión de trabajo sea monofásica a 230 voltios.
- Peso menor de 10 kg.
- Diámetro del cuerpo de 300mm.
- Calidad – precio.
- Sencillez para sustitución, reparación y despiece.

La intención de no exceder el peso de 10 kg es debido al alivio de la carga en el conjunto del equipo del diseño del equipo compacto para la optimización de trabajos y la minimización de riesgos en el interior de EECC. Pretender que el diámetro del cuerpo del ventilador y extractor sea de 300 mm, se debe a que éste es el diámetro estándar para mangueras flexibles destinadas a estas labores.

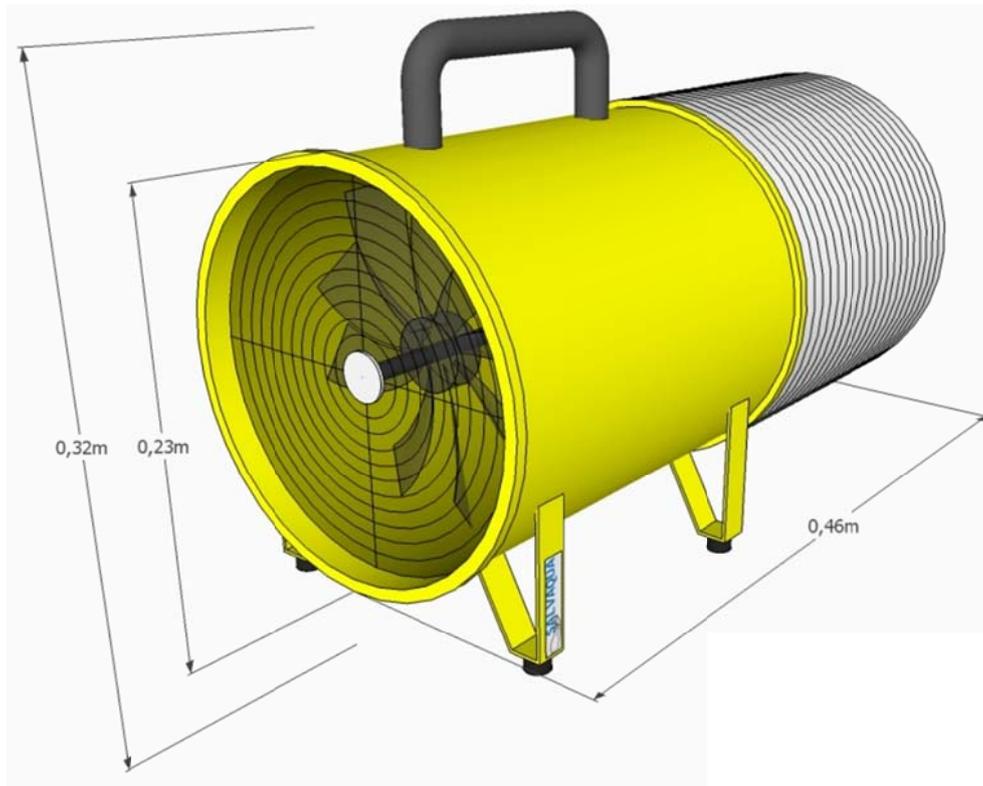


Figura 128: Vista en perspectiva del ventilador – extractor de aire

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se muestra en la Tabla 24 la comparativa del equipo ventilador-extractor del diseño del equipo compacto para la optimización de trabajos y la minimización de riesgos en el interior de EECC del fabricante Mause [183] frente a otro del fabricante Seysu [184], de similares características.

Se ha decidido dotar al equipo compacto con el extractor-ventilador del fabricante Mause, respaldándose en la mejoría de sus prestaciones como potencia absorbida, capacidad y peso ligero debido a la aleación de aluminio.

	MAUSA	SEYSU
Tensión de trabajo:	230 voltios	230 voltios
Renovaciones:	3.600 m ³ /h	3.200 m ³ /h
Diámetro:	300mm	300mm
Potencia absorbida:	520W/h	500W/h
Capacidad:	70 a 82 m ² /min	65 a 77 m ² /min
Nivel de ruido:	69dB (A)	69dB (A)
Peso:	9 Kg	12 kg

Tabla 24: Comparativa entre ventilador – extractor (Mausa & Seysu)

Fuente: Elaboración Propia



Figura 129: Vista en perspectiva del ventilador – extractor

Empresa Mausá [183]

Fuente: http://www.Mausa.es/producto.php?id_producto=28722



Figura 130: Vista en perspectiva del ventilador – extractor

Empresa Seysu [184]

Fuente: <http://Seysu.es/construccion/ventilador-extractor-de-aire-mv500sl-722313505/qmx-niv788-con3939.htm>

5.1.5. Detección de gases X-Zone 5000

Se ha dotado al equipo con una monitorización de última generación para detección de gases. Consiste en una baliza para la medición de hasta 6 tipos diferentes según se aprecia en la (Figura 131). Este dispositivo es fácilmente transportable, robusto, ligero y resistente al agua. Posee una alarma visible a 360°, incluso a largas distancias.

El Dräger X-zone 5000 transforma los equipos de detección de gases personales X-am 5000/5600 en innovadores dispositivos de monitorización de zonas para un amplio rango de aplicaciones. Una combinación perfecta para mayor seguridad, adicionalmente a los equipos de medida personales, en amplias zonas donde puede haber peligro de gas [185].

Incluso a largas distancias, el anillo (LED) verde, iluminado, indica que el ambiente está limpio. Con la detección de gases peligrosos, el color del (LED) cambia de verde a rojo, indicando así una alarma visual clara sobre la presencia de un gas. Adicionalmente, se emite una alarma sonora altamente audible. Con el amplificador de alarma de 360° patentado, la alarma acústica se oye con el mismo volumen desde todos los lados. Independientemente de la dirección del viento, la entrada de gas está dispuesta de tal manera que puede difundirse al Dräger X-zone 5000, perfectamente, desde todos los lados. La potencia de la alarma alcanza los 108 dB a 1 m o 120 dB a 30 cm, desde 1.500 a 2.300 Hz, que no puede ser superada por los diferentes ruidos en ambientes industriales: 360° anillo visible “LED” verde iluminado que indica “no peligro potencial de gases”; 360° anillo visible “LED” rojo o rojo/verde iluminado que indica “peligro de gases” en combinación con 360° potente alarma sonora/audible



Figura 131: Baliza Dräger X-Zone 5000

Empresa Dräger

Fuente: http://www.draeger.net/media/50/00/06/50000631/seguridad-industrial_catalog_es.pdf

Hasta 25 balizas Dräger X-zone pueden interconectarse automáticamente para formar una línea libre de cables. Esta interconexión de balizas de medición, transportables, permite mayor seguridad en zonas más grandes, por ejemplo, conductos de gas o tanques, incluso dentro del ámbito de paradas industriales. En el caso de una alarma de gas, el dispositivo transmite la señal de alarma a todas las unidades que son parte de la línea y que, en ese momento, señalan una alarma simultánea. Esta alarma, en contraste con la alarma maestro roja, aparece en verde/rojo con el anillo (LED) iluminado, permitiendo un reconocimiento rápido y sencillo de la alarma misma así como del dispositivo que provoca la alarma. Esto asegura un sencillo y claro aviso de alarma y evacuación. Alternativamente, la línea también puede ser cableada [185].

Una bomba integrada opcional permite la monitorización continua de las zonas durante la medición. Esto ofrece la posibilidad de monitorización continua de espacios confinados y lugares de difícil acceso desde una distancia de hasta 45 m.

Mediante el contacto de alarma libre de potencial, el Dräger X-Zone 5000 también puede ser interconectado y activar equipos externos como alarmas sonoras, visuales o señales de tráfico (semáforos). Además, la señal de la línea junto con el contacto de alarma puede transmitirse a una sala de control, supervisando así una amplia gama de aplicaciones.

A diferencia de los equipos personales de detección de gases, los dispositivos para monitorización de zonas frecuentemente están colocados dentro de un área con peligro de explosión, incluso durante una alarma de gas. Por ello, lo más importante es que estos dispositivos estén certificados para su uso en zonas con peligro de explosión clasificadas como zona 0. Los certificados de la baliza Dräger X-Zone 5000 hacen posible su funcionamiento continuo en un ambiente altamente explosivo.

Dos opciones diferentes de baterías recargables hacen posible adaptar el Dräger X-Zone 5000 a una variedad de aplicaciones: la batería de 12 Ah, con un peso total de

solo 7 kg, ofrece un funcionamiento continuo de hasta 60 horas. La batería alternativa de 24 Ah, con un peso total de 10 kg, ofrece hasta 120 horas de funcionamiento en continuo (una semana laboral completa).

El Dräger X-Zone 5000 puede cargarse de dos maneras: convencional, con cable a la red o mediante un moderno cargador de inducción. Para ello, el dispositivo se coloca simplemente en el cargador, eliminando así los problemas producidos por contactos de carga sucios, etc. Adicionalmente, esta posibilidad de carga sin contacto también permite que el mantenimiento y el servicio se realicen simultáneamente [185]. Se muestra la Figura 132, algunas de las muchas aplicaciones.

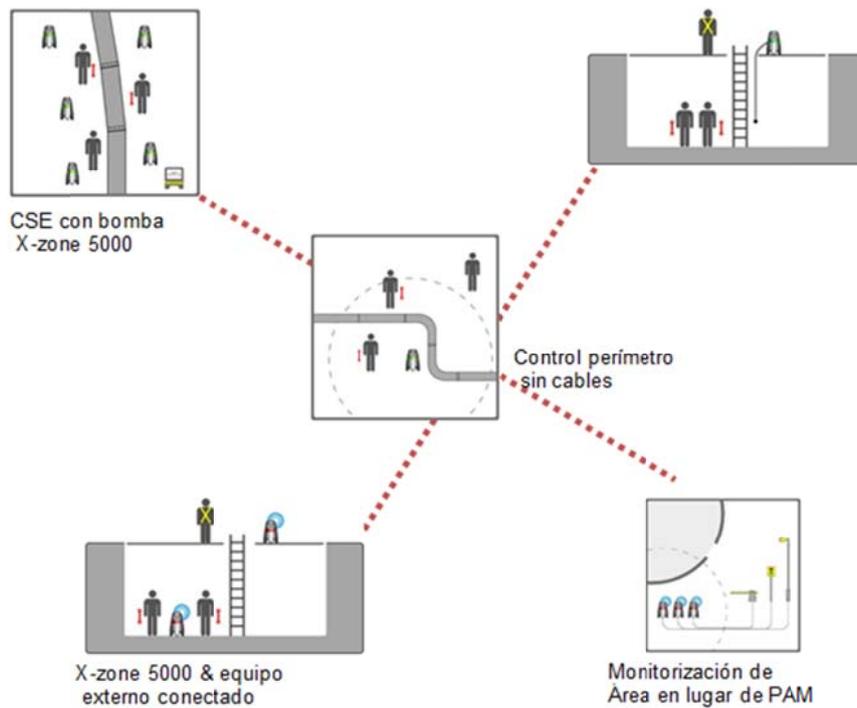


Figura 132: Aplicaciones de la monitorización - Baliza X-Zone 5000

Vídeo 12 - Prueba de equipos en arqueta tras edificio de desodorización en EDAR Roquetas

Empresa Dräger

Fuente: http://www.draeger.net/media/50/00/06/50000631/seguridad-industrial_catalog_es.pdf

Con el software apropiado, el Dräger X-Zone 5000 puede ser configurado para cumplir las necesidades y requisitos individuales. De este modo, la frecuencia de alarma también puede ser modificada para que la identificación de la alarma esté adaptada a los diferentes ruidos de fondo.

A continuación, se muestran las características técnicas del Dräger X-Zone 5000 en la siguiente Tabla 25, donde se observa con mayor calidad de detalle dichas características.

Medidas (a x x f)	490 x 300 x 300 mm
Peso	7 kg (batería 12 Ah), 10 kg (batería 24 Ah)
Condiciones ambientales	Temperatura: -20 a + 50° C Presión: 700 a 1.300 bar Humedad relativa: 10 a 95%
Índice de protección	IP 67
Alarmas	Visual, LED 360° (anillo iluminado) Acústica, 360°; > 105 dB a 1 m de distancia Pautas de alarma, frecuencia y volumen configurables
Señal de vida	Pantalla verde de estado (360°), anillo iluminado (LED)
Tiempos de funcionamiento	Aprox. 60 h (batería 12 Ah), aprox. 120 h (batería 24 Ah) Dependiendo del equipamiento con sensores / de la configuración de la señal de vida
Tiempos de carga	< 10 h Suministro eléctrico flexible: cargador externo 100 – 240V (mundial) o carga inductiva sin cables
Funcionamiento con bomba	Longitud máx. de manguera: 45 m
Salida de alarma	Contacto de alarma libre de potencial para circuitos intrínsecamente seguros (6 polos); < 30 V a 0.25 A (corriente constante 0.15 A); carga de resistencia
Transmisión de radio	Frecuencias ISM mundialmente libres de licencia Radio digital, transmisión fuerte y libre de interferencias hasta 200 m
Certificados RF (radio frecuencias)	868 MHz, 915 MHz, 433 MHz, 430 MHz (EU, Noruega, Suiza, Turquía, India, Sudáfrica, Singapur, EE.UU, Canadá, Australia, Japón)
Certificados	ATEX II 1G Ex ia IIC T4 IEC Ex ia IIC T4 UL Clase I Div. 1 grupos A,B,C,D Clase II Div. 1 grupos E,F,G

Tabla 25: Características técnicas de la baliza Dräger X-Zone 5000

Fuente: Empresa Dräger

El manejo del Dräger X-zone 5000 presupone el conocimiento exacto y la observación de las instrucciones de uso de este equipo. Los siguientes comentarios no sustituyen a las instrucciones de uso del Dräger X-zone 5000, sino que, más bien, sirven como guía de referencia y resumen de las especificaciones técnicas (Figura 133) [185].



Figura 133: Monitorización - Baliza X-Zone 5000

Empresa Dräger

Fuente: http://www.draeger.net/media/50/00/06/50000631/seguridad-industrial_catalog_es.pdf

Las funciones de la Tabla 26 hacen referencia a las teclas del Dräger X-ZONE 5000 ubicadas debajo del soporte.

Operación	Significado
Pulsar 1 vez la tecla 	Confirmar un error de aparato del Dräger X-zone 5000.
Pulsar 1 vez la tecla 	Confirmar la prealarma de la batería del Dräger X-zone 5000.
Pulsar durante 3 s la tecla 	Cambiar del modo OFF (Apagado) al modo STANDBY (Espera).
Pulsar 1 vez la tecla 	<ul style="list-style-type: none"> - Cambiar al modo de agrupación y puede producirse en el modo ON (Encendido) o STANDBY (Espera). - Durante el modo de agrupación: Abandonar el modo de agrupación.
Pulsar durante 3 s la tecla  y 	Cambiar al modo OFF.
Pulsar durante 3 s la tecla 	Borrar la información de agrupación.

Tabla 26: Referencia de las teclas del Dräger X-zone 5000

Fuente: Empresa Dräger

En las siguientes tablas, se indica el resumen del estado de los (LLEEDD) (Tablas 27.1-27.4).



LED de batería

(Muestra el estado de la batería)

Color	Estado de LED	Modo de funcionamiento de los aparatos	Significado
● apagado	apagado	Modo OFF	El aparato está desconectado.
● verde	encendido	Modo ON/STANDBY	Capacidad de batería superior al 66 %.
● rojo/verde			Capacidad de batería superior al 33 %.
● rojo			Capacidad de batería inferior al 33 %.
☀ rojo		Modo ON/STANDBY	Prealarma de la batería
☀ rojo			Alarma principal de la batería; el Dräger X-zone 5000 se desconecta después de 10 s.
☀ rojo		Modo OFF	Intento de conexión en modo OFF con la batería vacía (10 s encendido).
☀ rojo		Modo ON/STANDBY en cargador	El Dräger X-Zone 5000 en carga , capacidad de batería inferior al 33 %.
☀ rojo/verde			El Dräger X-Zone 5000 en carga , capacidad de batería entre el 33 % y el 66 %.
☀ verde			El Dräger X-Zone 5000 en carga , capacidad de batería superior al 66 %.
☀ verde			Dräger X-zone 5000 completamente cargado .

Tabla 27.1: Estado de los (LLEEDD) de la batería

Fuente: Empresa Dräger



LED de transmisión de datos

(Muestra el estado de conexión cuando hay varios aparatos conectados por radio o mediante cable de comunicación)

Color	Estado de LED	Supervisión de grupo	Significado
 verde	encendido	apagado - aparato no agrupado	Se ha detectado al menos otro X-zone 5000 por radio o mediante conexión por cable.
		activada	En el aparato principal: aparato conectado al grupo. En el aparato del grupo: aparato conectado al aparato principal.
 verde		desactivada temporalmente	X-zone 5000 conectado con el grupo.
 rojo	encendido	apagado - aparato no agrupado	No se ha detectado ningún otro X-zone 5000 por radio o mediante conexión por cable.
		activada	Alarma en el aparato principal: al menos un aparato del grupo no está conectado. Alarma en el aparato del grupo: no hay conexión con el aparato principal.
 rojo		desactivada temporalmente	En el aparato principal: al menos un aparato del grupo no está conectado. En el aparato del grupo: no hay conexión con el aparato principal.

Tabla 27.2: Estado de los (LLEEDD) de transmisión de datos

Fuente: Empresa Dräger



LED de bomba

(Muestra el estado de la bomba)

Color	Estado de LED	Modo de funcionamiento de los aparatos	Significado
 apagado	apagado	Modo STANDBY	El aparato se encuentra en modo STANDBY.
 apagado			No se ha detectado ningún adaptador de bomba.
 rojo/verde		Modo ON	Necesaria prueba de flujo.
 rojo			Prueba de flujo en curso.
 verde	encendido		Prueba de flujo realizada con éxito/bomba en funcionamiento.
 rojo			Error de flujo (p. ej. debido a un caudal insuficiente o a la falta de una prueba de flujo).

Tabla 27.3: Estado de los (LLEEDD) de la bomba

Fuente: Empresa Dräger



LED de agrupación

(Muestra el estado de la agrupación)

Color	Estado de LED	Jerarquía de aparatos	Significado
apagado	apagado	X-zone 5000.	X-zone 5000 no agrupado.
verde			X-zone 5000 no agrupado, puede agregarse a un grupo.
rojo			Se han localizado varios aparatos principales, el X-zone 5000 no puede agruparse.
verde	encendido	Aparato de grupo	El X-zone 5000 está agrupado.
verde			El X-zone 5000 puede eliminarse de un grupo.
rojo/verde	encendido	Aparato principal	El X-zone 5000 es un aparato principal.
rojo/verde			El grupo del aparato principal puede ampliarse.
rojo/verde			El grupo del aparato principal puede reducirse.

Tabla 27.4: Estado de los LED de agrupación

Fuente: Empresa Dräger

A continuación, en las Tabla 28 se muestran las características de los tres mejores equipos de monitorización de última generación para detección de gases que se puede encontrar en el sector industrial [185-187].

Imagen del producto	X-zone 5000
	
Certificado de medida según EN-600-29-1 para medida de gases explosivos de metano a nonato	
Certificación ATEX zona 0 para conjunto baliza y detector de gases	
Posibilidad de integrar dentro del X-zone 5000 detectores de gases personales	
Garantía 3 años tanto de los equipos como sensores	
Posibilidad de uso del detector de gases independiente de la baliza	
Posibilidad de calibración ENAC para el detector de gases	
Opción futura de comunicación con unidad de control (PC, Smartphone) de las balizas	
La comunicación entre balizas NO se hace con cables	
Imagen del producto	BM25
	
No tiene certificación europea, solo dispone de certificación americana	
No se puede integrar dentro del BM25 detectores de gases personales	
No dispone de certificados de medida a nivel europeo	
Garantía de 1 año del equipo como sensores	
La comunicación entre balizas SI se hace con cables	
Imagen del producto	Safesite
	
No dispone de certificados de medida a nivel europeo	
Garantía de 1 año del equipo como sensores	
La alarma se transmite al centro de mando. No hay alarma en el lugar	
No se puede integrar dentro del BM25 detectores de gases personales	

Tabla 28: Equipos X-zone 5000 [185], BM25 [186] y Safety Company [187].

Fuente: Elaboración Propia

5.1.6. Registrador de señales electrocardiográficas (Corbelt)

Se compaginan las anteriores medidas de seguridad con un registrador inalámbrico compacto y portable que analiza señales electrocardiográficas. Analiza el electrocardiograma, registrado de forma automática, en busca de eventos ritmológicos (fibrilación, bradicardia, arritmias, etc.) y, en caso de encontrarlos, envía una alarma y activa la cadena de rescate. Al poder sujetarse al pecho de manera elástica y usar electrodos secos, no irrita la piel, es extremadamente cómodo y está pensado para un uso prolongado e intensivo (Figura 134) [188-191,200].



Figura 134: Registrador de señales electrocardiográficas (CorBelt)

Empresa Corscience

Fuente: <http://www.esense.cl/Corbelt.html>

El registrador CorBelt, además al ser completamente portable, posibilita la movilidad total del trabajador. El algoritmo de detección de eventos proviene de los desfibriladores automáticos externos profesionales y cumple con los máximos requisitos de fiabilidad.

Contiene la tecnología alemana más avanzada en el campo de la cardiología y telemetría. Es el primer y único registrador de eventos con telemetría Bluetooth integrada. Esta característica permite que transmita de forma automática, sin intervención del trabajador, cualquier evento detectado. La información es enviada mediante Bluetooth al equipo central (CPU), otorgándole al trabajador la máxima movilidad, manteniéndole, por tanto, en continua y total observación y, en caso de encontrar algún suceso, avisa al equipo de supervisión exterior del EC [188-191,200].

Con este dispositivo podremos minimizar el riesgo de muertes por paro cardíacos. Dado que el 50% de las muertes por esta causa suceden cuando estamos solos y nadie nos atiende, al estar este dispositivo conectado al equipo central y, éste a su vez, observado por el recurso preventivo, paliamos la posibilidad de encontrarse solo el trabajador y garantizamos un mejor control y observación del mismo, prediciendo las posibles irregularidades que puedan presentarse mientras se realiza la tarea.

Sus funciones más características son:

Sensores

- 1 canal (ECG) conductor.
- Electrodo seco (no requieren gel de electrodos).
- Sensor de aceleración integrado.

Funciones básicas

- Detección automática de:
 - Taquicardia y Fibrilación Ventricular / Taquic Vent.
 - Bradicardia.
 - Arritmias absolutas.
 - Pausas.
- Gestión inteligente de eventos en dos pasos.
- Límites de los eventos son configurables a distancia.
- Transmisión de los eventos detectados completamente automatizada.

- Es posible la transmisión de datos manual mediante la pulsación de un botón por el trabajador.
- Adaptación simple de la correa pectoral para cada paciente.
- Facilidad de uso.
- Material biocompatible.
- Fácil de limpiar y desinfectar.

Las especificaciones técnicas del CorBelt se aprecian en la Tabla 29 (Figura 135) [188-191,200].

Especificaciones técnicas del CorBelt	
Alimentación:	una pila AAA
Vida operacional con una batería recargable	> 24 horas
Frecuencia de muestreo:	200 Hz, 12 Bit
Ancho de banda:	0,67 – 60 Hz.
Peso:	150 gramos
Temperatura operativa:	5º C – 50º C
Humedad:	< 95% RH
Temperatura de almacenaje y transporte:	- 15º C – 70º C
Humedad:	< 95º RH

Tabla 29: Especificaciones técnicas del Corbelt

Fuente: Empresa Corscience



Figura 135: Registrador portable (CorBelt)

Fuente: Elaboración Propia

No ha sido posible comparar este dispositivo con otros existentes en el mercado porque el CorBelt es el único certificado y homologado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Aun así, en un principio se pensó dotar el equipo de salvamento y rescate del registrador inalámbrico portable de señales (ECG) HRS-I de la empresa WIN Human Recorder Co. Ltd. WIN Human Recorder Co. Ltd. Se trata de una empresa con sede en Japón que ha puesto en marcha un servicio de vigilancia de salud que utiliza distintos sensores que vigilan la salud del ser humano [188-190,192,200].

En el servicio, la información sanitaria es recogida y analizada por un pequeño sensor pegado a la piel del cuerpo humano y se manejan desde un teléfono móvil o un (PC). La empresa comercializa este sistema basado en los resultados de investigación del Institute of Wearable Information Networks (WIN), una organización sin fines de lucro creada por investigadores de la Universidad de Tokio (Figura 136).

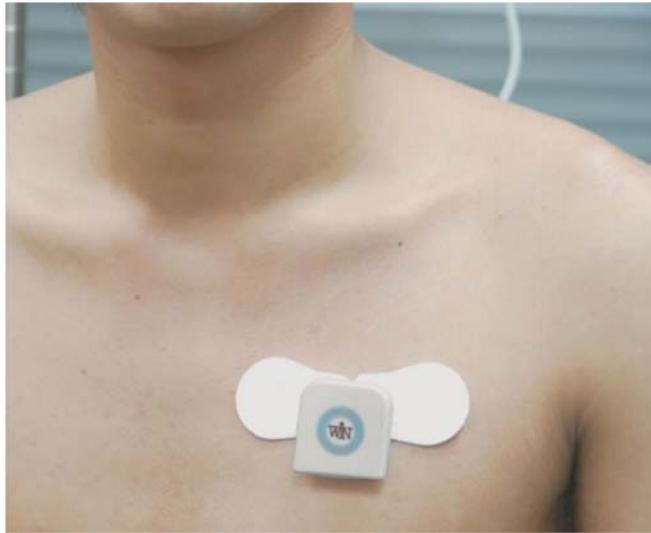


Figura 136: Registrador de señales electrocardiográficas (HRS-I)

Empresa WIN Human Recorder Co. Ltd.

Fuente: http://www.dvice.com/archives/2010/01/win_human_recor.php

El sensor se utiliza para medir las señales electrocardiográficas, frecuencia cardíaca, las ondas cerebrales, la velocidad acelerada, la temperatura corporal, la respiración, la onda de pulso y así sucesivamente. WIN ha ayudado a desarrollar un programa para analizar todos los datos y determinar el estado de salud en pacientes o en trabajadores [188-190,192,200].

WIN Human Recorder dispone del HRS-I, un sistema que mide las señales electrocardiográficas, la temperatura de la superficie corporal y los movimientos humanos. Al mismo tiempo, conecta un sensor con capacidad de comunicación inalámbrica colocado en el pecho del trabajador y determina el estado de salud mediante un software (Figura 137). Los movimientos humanos son detectados por un sensor de tres ejes de aceleración.



Figura 137: Registradores inalámbrico de señales (ECG)

Empresa WIN Human Recorder Co. Ltd.

Fuente: http://www.dvice.com/archives/2010/01/win_human_recor.php

Este dispositivo puede comunicarse de forma inalámbrica a una base remota. El módulo de sensor tiene una función de comunicación inalámbrica de 2.4 GHz y puede ser operado continuamente durante tres a cuatro días con una pila de botón CR2032.

Ahora bien, este HRS-I tiene como ventaja su bajo coste, lo que le hace atractivo, pero como defecto el servicio de monitoreo tiene un cargo mensual, por lo que no se puede gobernar de manera independiente en el PC o autómata central del equipo compacto, sino que es un servidor de la compañía fabricante quien vigilaría el estado de los trabajadores [188-190,192,200]. Además, como agravante, es importante poner de manifiesto que no dispone de certificación ni homologación por el INSHT, se puede identificar más bien como un Gadget o dispositivo para aficionados.

Por lo dicho anteriormente, en cuanto a tener que depender de un servidor situado en Japón y por carecer de homologación por el (INSHT), se descartó este dispositivo y se decidió por validar la opción del Corbelt de la empresa Corsciencie, puesto que este dispositivo inalámbrico, detector de señales (ECG), es el único certificado y homologado en la unión europea y por el INSHT.

5.1.7. Generador eléctrico insonorizado.

A día de hoy, se podría asegurar que en más del 90% de las EEBBAARR existentes en el mundo, el generador eléctrico es un dispositivo eléctrico necesario e imprescindible para poder realizar las tareas de acceso a los EECC, garantizando así el suministro del fluido eléctrico de manera continua. Lo que se pretende asegurar con este dispositivo es una alternativa a la continuidad del suministro eléctrico en caso de fallo de la red por la empresa suministradora.

Este generador entraría en servicio una vez se detectase un fallo eléctrico o bien funcionaría de manera continua si el punto de acceso al que se pretende acceder al EC no dispone de un punto de conexión a la red eléctrica.

El generador eléctrico insonorizado es el equipo diseñado para suministrar la energía eléctrica y garantizar el funcionamiento del resto de componentes en caso de no existir suministro eléctrico externo (Figuras 138 y 139). Este equipo automático tiene una potencia máxima de arranque de 7200w y paro con control remoto o desde el panel central ubicado en el equipo compacto [193].

Las características más significativas que definen a éste generador son:

- Motor con distribución (OHV) y (OHC) 4 tiempos.
- Gran depósito para mayor autonomía.
- Chasis completo para mayor protección del equipo.
- Alternador (regulador de velocidad automático) (AVR) para mejor calidad de corriente.
- Gran escape para reducir nivel sonoro.
- Alarma de aceite en el motor.
- Doble chasis para reducir las vibraciones.
- Panel de control con 2 tomas de corriente, salida (DC) 12 V.

- Voltímetro digital, disyuntor diferencial.
- Cuenta hora digital.
- Arranque automático.
- Mando a Distancia hasta 15 metros y puerto de (ATS) para arrancar en caso de cortes de suministro eléctrico.
- Refrigeración por aire forzado.

Las principales ventajas de este generador frente a otros existentes en el mercado son:

- Arranque eléctrico y a control remoto incluido, adaptado al panel central.
- Motor 4 tiempos distribución OHV, con alternador AVR, piezas garantizadas mínimo 10 años.
- Generador eléctrico fabricado bajo norma internacional. Norma Internacional ISO 9001:2000.
- Preparación de insonorización de gran calidad, últimas novedades tecnológicas incorporadas en su cuadro eléctrico y alternador AVR.
- Sistema de inyección en frío automática para su arranque.



Figura 138: Generador eléctrico insonorizado de 7200W de potencia

Empresa Taigüer

Fuente: http://www.ventageneradoreselectricos.es/epages/62212964.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/62212964/Products/Germany-JDP7200LDE-3

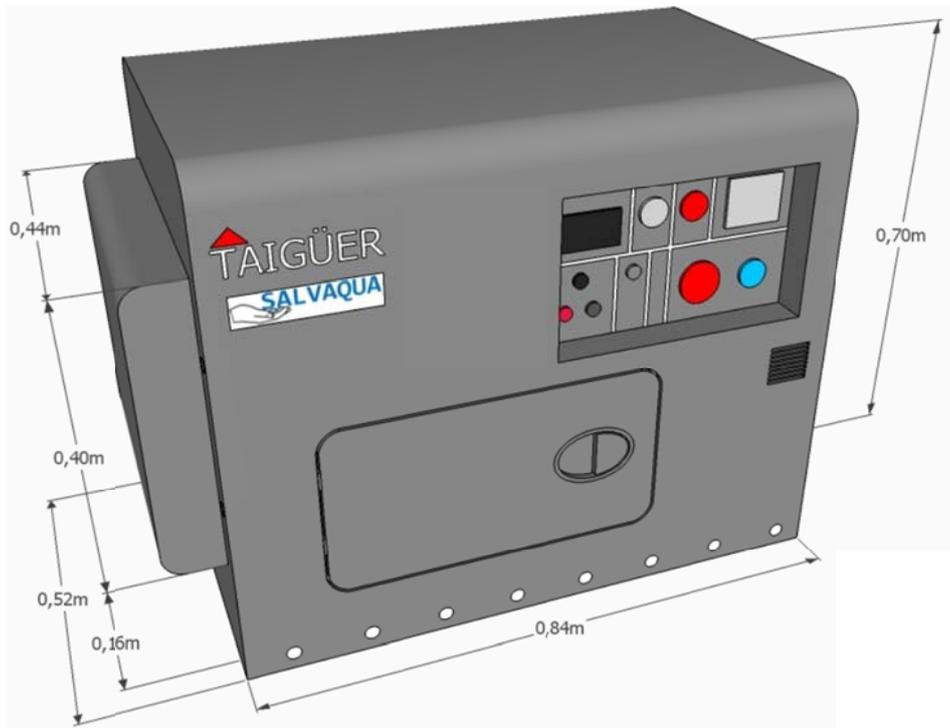


Figura 139: Generador eléctrico insonorizado de 7200W de potencia

Fuente: Elaboración Propia

Es importante mantener siempre el equipo disponible para la puesta en marcha en cualquier momento y situación [193].

- Apriete y Reajuste de Tornillería y elementos externos
- Engrase de Partes móviles
- Carburación o Ajuste de la Inyección
- Llenado de Aceite (4T)
- Cebado del Motor
- Comprobación de Cargas (si se requiere)
- Prueba Mecánica y Arrancado del Motor

A continuación se muestra la siguiente tabla con las características técnicas del generador eléctrico insonorizado Taigüer (Tabla 30) [193].

Características técnicas	
Motor (ml)	OHV 420cc Inyección Directa
Tipo de Motor	4stroke, 1cilindro, air-cooled OHV
Potencia máxima (kw/r/min)	7,2Kw/3000/rpm
Alternador Motor	AVR
Ruido máximo	68dB a 3000rpm a 7m
Tanque de Gasoil	15 litros
Sistemas de Encendido	Arranque Electrónico por Llave
Modo de Encendido	Electrónico por CDI y Bobina
Opción de Encendido	Electrónico con mando remoto
Consumo máximo l/h	1,66 litros/hora
Sistema de Carga de Baterías	Incluido 12v/8,3 amperios
Inyección	Directa Electrónica
Potencia del Motor	13hp/3000rpm
Peso en Orden	170 Kg
Corriente y Conectores	2 conectores 220v/230v
Tamaño sin caja	840 x 520 x 700
Capacidad Tanque Aceite	1.85 litros

Tabla 30: Características técnicas del generador eléctrico insonorizado Taigüer

Fuente: Empresa Taigüer

Este generador está dotado de sistemas de emergencia de arranque automático por corte energético y de paro del generador cuando el suministro eléctrico externo vuelve a restablecerse.

Dispone de un motor OHV de cuatro tiempos, ya sea de ciclo Otto o de ciclo diésel, cuyo sistema de distribución dispone de válvulas en la culata y árbol de levas en el bloque del motor. Tiene un gran depósito para mayor autonomía en caso de ausencia de suministro eléctrico. Dispone de alternador AVR para mejor calidad de corriente, gran escape para reducir nivel sonoro, alarma de aceite en el motor, doble chasis para reducir las vibraciones. La refrigeración del generador se realiza por aire forzado.

En el panel de control del generador se encuentran 2 tomas de corriente de 220 voltios (AC), 1 salida a 12 voltios (DC). Voltímetro digital, disyuntor diferencial, cuenta-horas digital. El arranque es automático gracias a su conector (ATS). Conector que estará conectado a su vez, con el equipo de control y gobernado y controlado por éste. De

igual modo todos los elementos estarán conectados al circuito eléctrico que podrá ser proporcionado desde la red de suministro eléctrico de la empresa suministradora o desde el generador Taigüer en caso de no ser posible dicha conexión [193].

A continuación, se muestra a modo de comparativa otro generador eléctrico de las mismas características que el elegido para el diseño del equipo compacto. Se trata del equipo del fabricante John Deere es un Generador Diésel Insonorizado es igualmente de 7500W Trifásico, de la misma potencia que el generador elegido para suministrar fluido eléctrico en caso de ausencia externa o necesidad autónoma (Figura 140) [194].



Figura 140: Generador eléctrico insonorizado

Empresa John Deere

Fuente: <http://www.agroterra.com/p/generador-diesel-insonorizado-7500w-trifasico>

Este Generador con motor de 4 tiempos es refrigerado por aire, se abastece de diésel con inyección directa. Está equipado con doble base de soporte para reducir vibraciones y con una alarma de bajo nivel de aceite con paro automático del motor.

Se muestran datos técnicos del generador John Deere (Tabla 31):

Características técnicas	
Frecuencia	50 Hz.
Potencia Nominal	6.25 kVA / 2.2 kVA
Potencia Máxima	6.9 kVA / 2.8 kVA
Voltaje (V)	380V/220V
Salida DC	12 V
Alternador	AVR
Motor	Diesel
Cilindrada	418 cc.
Arranque	Eléctrico
Revoluciones)	3.000 r.p.m.
Cap. combustible	17 L
Nivel sonoro	72.6 dB a 7m.
Dimensiones	920x520x760 mm
Peso	160 Kg.
Factor de potencia	0,80

Tabla 31: Características técnicas del generador eléctrico John Deere

Fuente: Empresa John Deere

La decisión del porqué se ha elegido el generador del fabricante Taigüer frente al del fabricante John Deere, ha sido principalmente por la diferencia de coste y garantía de repuestos y mantenimiento que uno ofrece respecto a otro, puesto que el generador Taigüer se encuentra más repartido en España, disponiendo de empresas de mantenimiento en todas las comunidades autónomas. Además, Taigüer se encuentra igualmente en otros muchos países no solo en Europa, sino fuera como puede ser América [193-194].

5.1.8. Bomba y apoyos hidráulicos

El diseño del equipo compacto para la optimización de trabajos y la minimización de riesgos en el interior de EECC está dotado de dos apoyos hidráulicos que permiten mantener una estabilidad al remolque cuando en éste sea puesto en uso el elevador o elevadores de emergencias. El modelo de bomba hidráulica de motor eléctrico elegida para para esta finalidad ha sido el modelo Hydronit del distribuidor Hidra Capsule [195] fabricados por Pedro Roquet S.A. [196], por ofrecer una garantía de trabajo y por ser

aquellos que se suelen comercializar en gran parte de España como en otros muchos países de Europa y América (Figura 141).

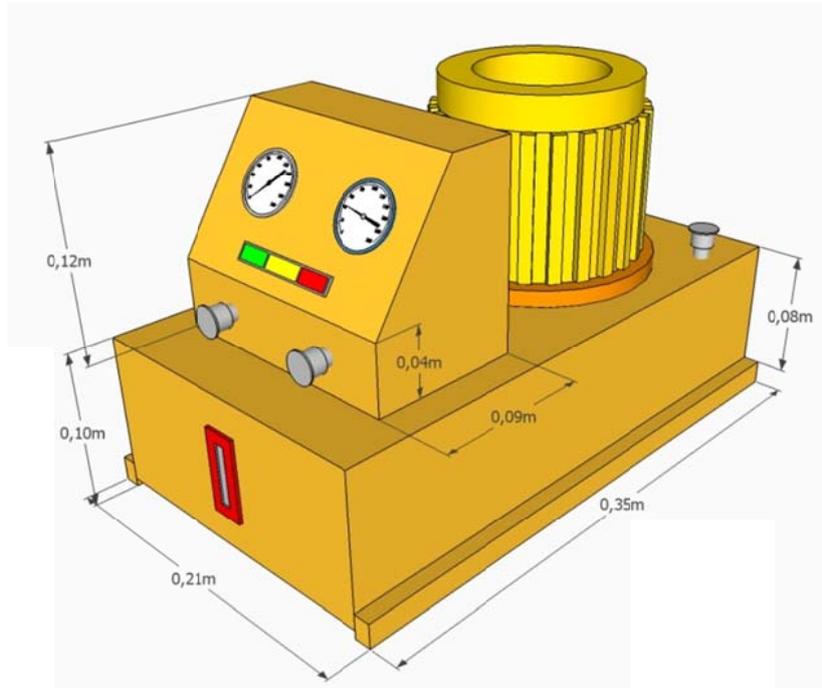


Figura 141: Bomba hidráulica

Fuente: Elaboración Propia

Estas bombas simples de flujo hidráulico ofrecen un control preciso mediante el sistema de válvula de solenoide de control interno que también puede ser controlado remotamente desde el panel de control del equipo central situado en el remolque. La bomba está equipada con un interruptor de presión variable de manera que la presión máxima puede ser pre-seleccionada para pararla automáticamente. El transductor de presión interna transmite la presión al (LED) de lectura que puede ser calibrado para satisfacer sus necesidades. También, pueden ser situadas en diferentes posiciones y ligadas al sistema de control central remoto para permitir su control simultáneo y monitorización. Es muy útil para movimientos síncronos (sincronizado), como levantar y bajar el remolque de manera simultánea con ambos apoyos hidráulicos [196]. En caso de no ser homogéneo el terreno donde se asiente el remolque, se permite

accionar por separado cada uno de los apoyos hasta conseguir que ambos, de manera independiente, puedan mantener el remolque en posición horizontal para que los equipos se mantengan en posición adecuada y poder izar a los trabajadores en caso de rescate. Del mismo modo, ofrece una total garantía fiable de la sujeción de la carga sobre los apoyos (Figura 142) [195].

Como apoyos hidráulicos se ha preferido dotar al el diseño del equipo compacto de dos convencionales modelo Hydronit del fabricante Pedro Roquet, S.A. [196], de similares características a otro cilindro hidráulico que, en un principio, se había tenido también en cuenta el modelo SK/SKM ISO 6020-1, del fabricante Stern Hidráulica, S.A. [197]. Ambos modelos son fabricados en España y de fácil localización para su mantenimiento y reposición de piezas en toda la unión europea y en otros muchos países de Europa y América (Figura 142).

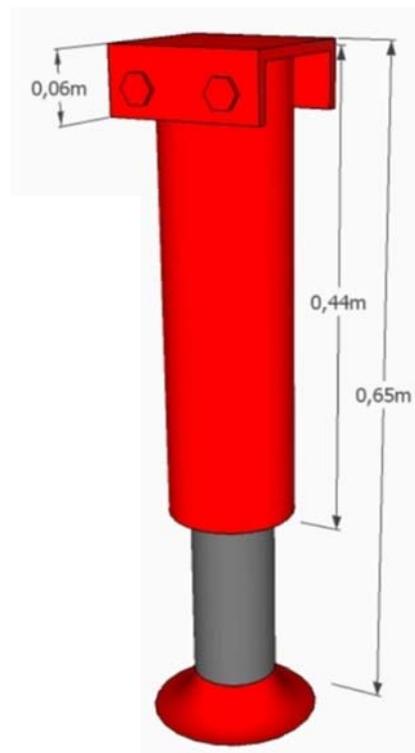


Figura 142: Apoyo hidráulico

Fuente: Elaboración Propia

Estos apoyos hidráulicos están diseñados y fabricados para trabajar en los entornos difíciles que normalmente se puede presentar por el terreno donde se trabaje alrededor de EECC. Tienen un collar de bloqueo que bloquea mecánicamente el pistón lo que son seguras y confiables. También, están equipados con un cabezal giratorio (cabeza basculante) que asegura que la carga se transfiera centralmente.

Se muestra en la Tabla 32 las características técnicas del apoyo hidráulico modelo Hydronit del fabricante Pedro Roquet, S.A. [196].

Características técnicas del apoyo hidráulico Hydronit - Pedro Roquet, SA	
Presión nominal	200 bar, con opción de 280 bar
Presión de prueba estática	300 bar, con opción de 375 bar
Tipo de construcción	Tirantes o brida
Rango diámetro camisa	25 ÷ 200 mm
Rango diámetro vástago	12 ÷ 140 mm
Formas de montaje	12 fijaciones diferentes
Tapones de purga	Uno en cada extremo
Amortiguación	Opcional en uno o ambos extremos
Fluido	Aceite mineral s/DIN 51524
Rango de temperatura	- 20 ÷ 80 °C
Rango de viscosidad	20 ÷ 80.10 ⁻⁶ m ² /s
Velocidad máx. de pistón	0,5 m/s
Tipo de juntas	Según ISO
Filtración	Min clase 19 / 15 - ISO 4406 (β ₁₀ ≥75)
Conexiones	s/ISO 228/1

Tabla 32: Características técnicas del apoyo hidráulico Hidronit

Empresa Pedro Roquet, S.A

Fuente: http://www.pedro-roquet.com/es_ES/productos/cilindros-hidraulicos

Cuando se utilizan los apoyos es necesario repartir la carga contra éstos, de manera que la superficie quede en paralelo y en línea para poder trabajar con el resto de equipos sin que se produzca ninguna anomalía. Dispone de una placa de acero sólido que proporciona una solución rápida y fácil, que está normalmente nivelada y proporcionar una superficie plana que elimine la posibilidad de cargar el peso en un punto donde se pueda producir.

La presión nominal indica la presión de trabajo normal para la que ha sido dimensionado el apoyo o cilindro. La presión de servicio indicada es válida para aplicaciones sin golpes. Con cargas extremas, como por ejemplo secuencias mayores, los elementos de sujeción y las roscas del vástago se deben dimensionar para una mayor resistencia a fatiga. En la Figura 143, se puede observar el lugar adecuado para la colocación de la bomba hidráulica así como la manera más apropiada de sujeción de los apoyos hidráulicos que el fabricante aconseja a llevar a cabo. Este mismo planteamiento ha sido el llevado a cabo en el diseño del prototipo para el diseño del equipo compacto para la optimización de trabajos y la minimización de riesgos en el interior de EECC, tal y como se puede observar en la Figura 144 [195-196].

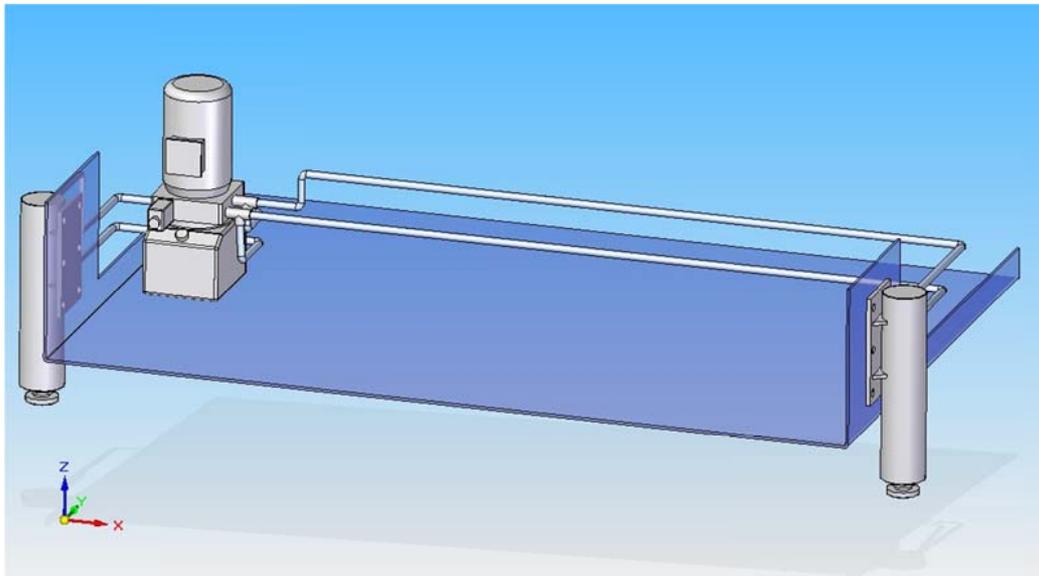


Figura 143: Situación apoyos hidráulicos

Fuente: Empresa Pedro Roquet, S.A

El tipo de montaje de un cilindro afecta directamente a la carrera máxima admisible en cargas a compresión, pero además hay que tener en cuenta aspectos como el tipo de amarre a la punta de vástago y posibles des-alineamientos, que determinan también dicho montaje [195-196].

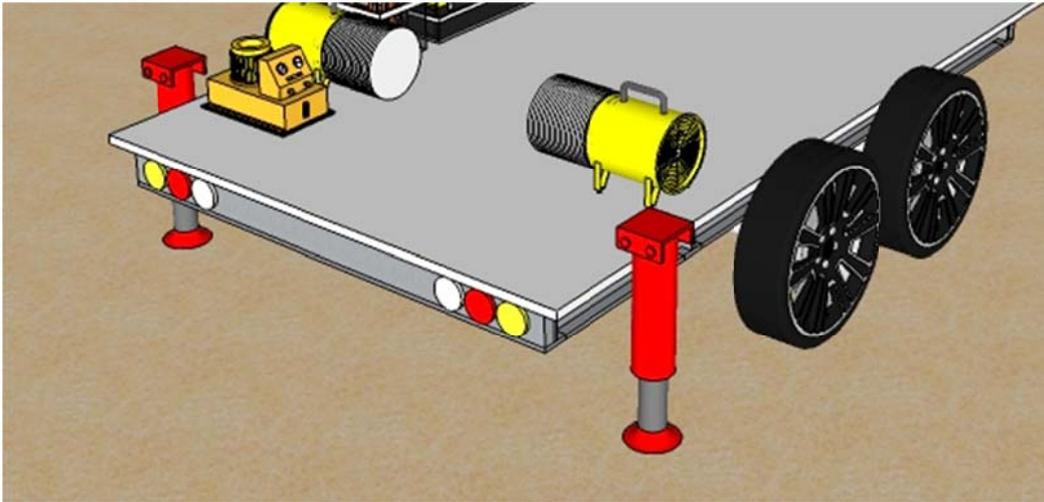


Figura 144: Apoyos y bomba hidráulica en planteamiento del prototipo

Fuente: Elaboración Propia

Generalmente, se considera como mejor tipo de montaje aquel en el cual la fuerza es absorbida en la directriz del cilindro o apoyo hidráulico, evitándose así posibles problemas como flexiones en los componentes del cilindro. La alineación debe ser tenida en cuenta y así, si pudiera darse algún desalineamiento entre cilindro y la parte a la que va amarrado el vástago, sería necesario elegir un montaje adecuado que absorbiera esas desviaciones: un montaje simple articulado, cuando el desalineamiento se diera sólo en un plano y, un montaje con un porta-rótula en la punta del vástago, cuando dicho desalineamiento fuera en más de un plano.

Es importante tener en cuenta la tolerancia del cilindro. Las tolerancias de los cilindros son requeridas debido a las tolerancias de fabricación del pistón, tapa, culata y camisa. La tolerancia de carrera en fabricaciones standard va de 0 a +2 mm en todas las dimensiones de cilindros y longitudes de carrera. Para valores más estrechos, se debe especificar la tolerancia requerida además de la presión y la temperatura de trabajo. Las tolerancias menores de 0,4 mm son generalmente imposibles de lograr, debido a la elasticidad de los cilindros; en ese caso, se debe de considerar la posibilidad de un ajustador de carrera. Las tolerancias de montaje dependen de cada tipo y diámetro de

pistón. Cuando la longitud entre el apoyo del cilindro y la punta del vástago en cilindros que trabajan a compresión es importante, debe comprobarse a pandeo para evitar su deformación e incluso la rotura.

Cuando el grado de esbeltez sea mayor de 100, la resistencia al pandeo de los cilindros se calcula por la fórmula de Euler:

$$K = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{L_p^2}$$

- K= Carga necesaria para la rotura
- E= Módulo de elasticidad
- L_p = Longitud de pandeo
- (l = longitud real entre apoyos)
- J= Momento de inercia

Añadiendo un factor de seguridad, la expresión indicará la carga máxima de trabajo permitida:

$$F_{ad} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{S \cdot L_p^2}$$

- F_{ad} = Carga máxima admisible
- S= Factor de seguridad: 3,5

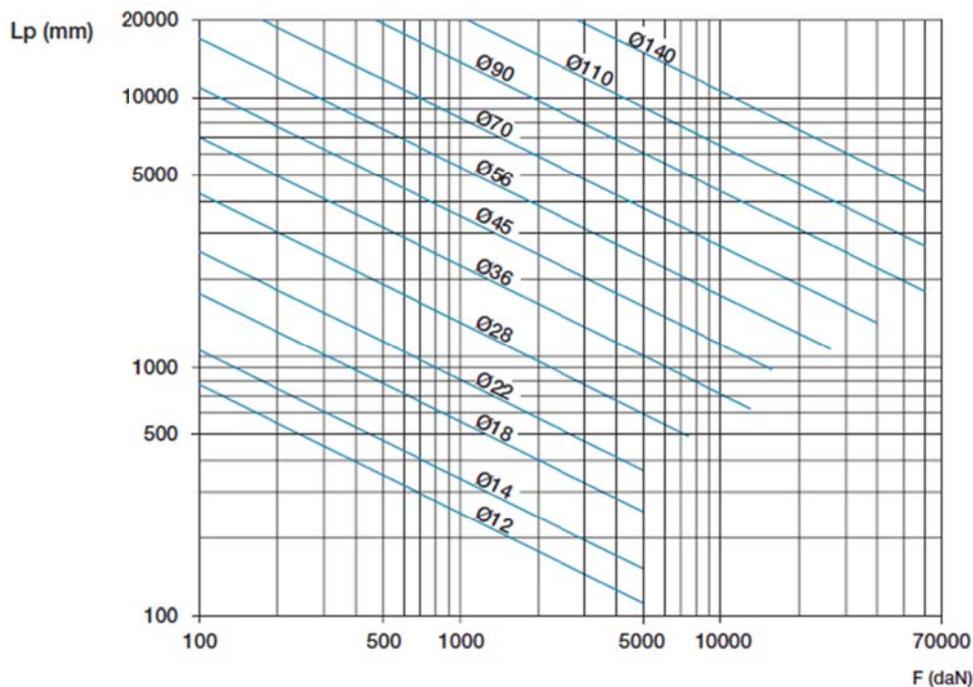
Como orientación en su cálculo, a modo de pincelada se indica cómo usar la (Grafica 7) para determinar cilindros montados verticalmente.

La selección del diámetro de vástago en trabajos a compresión requiere los siguientes pasos:

1. Determinar la longitud de pandeo L_p según el tipo de montaje del cilindro y tipo de amarre de la punta del vástago. Consultar tabla.

2. Hallar la fuerza de compresión multiplicando la superficie del pistón por la presión de servicio.
3. Ir al gráfico y entrando por la longitud de pandeo y por la fuerza de compresión se obtiene un punto de intersección.

Las curvas existentes representan la máxima longitud de pandeo permitida en función de la carga de compresión con un factor de seguridad de 3,5. Los diámetros de vástago cuyas líneas queden por encima del punto de intersección indican un correcto comportamiento en este sentido [197].



Gráfica 6: Gráfica de pandeo para determinar cilindros montados verticalmente

Fuente: Stern Hidráulica, S.A

En el cálculo no se considera el cambio de sección entre vástago y cilindro; la rigidez adicional que por ello se consigue, se incluye como seguridad.

Para el caso de cilindros en posición inclinada u horizontal, las carreras máximas admisibles serán menores, principalmente, en los diámetros mayores de vástago y, por tanto, no hay que dudar en consultar a fábrica.

Dentro de la capacidad de amortiguación con velocidades de pistón superiores a 6 m/min o bien grandes masas a mover, se recomienda disponer de amortiguación en los finales de carrera. Ello alarga la vida del cilindro o apoyo hidráulico y evita golpes indeseables. La amortiguación se consigue básicamente estrangulando la salida final de aceite, con lo que se produce una contrapresión que actúa en sentido contrario al movimiento.

Para evitar puntas peligrosas de presión, se ha dispuesto una amortiguación gradual consiguiendo con ello que la contrapresión se mantenga constante durante el recorrido de amortiguación. Hay que hacer notar que la capacidad de amortiguación disminuye con la presión de impulsión: a mayor presión menor capacidad, siendo nula a presiones elevadas. Por otra parte, indicar también que dicha capacidad es superior en la parte de la culata que en la tapa.

Debe tenerse en cuenta que la amortiguación de final de carrera es únicamente efectiva y tiene sentido cuando en cada ciclo de trabajo se desplaza el pistón en toda su carrera, haciendo actuar a la amortiguación. El paro del pistón en cualquier punto de su recorrido por medio de una válvula de cierre rápido, puede producir parecidas y elevadas puntas de sobrecarga en las partes de la máquina movidas por el cilindro sin amortiguación.

El modo de proceder es el siguiente:

- 1.- Hallar la energía que debe ser absorbida por la amortiguación según la disposición del cilindro; las fuerzas de rozamiento se consideran nulas. La energía así obtenida debe compararse con los valores representados por las gráficas.
- 2.- Entrar en el gráfico correspondiente a través de E (energía) y P (presión de impulsión) obteniéndose un punto de intersección. Todo cilindro cuya curva

quede por encima de dicho punto significa que puede absorber perfectamente toda la energía calculada anteriormente.

Cuando actúan cargas a compresión, además del fenómeno de pandeo debe tenerse en cuenta la presión sobre la guía y sobre el pistón del cilindro. Para mantener dicho valor dentro de unos límites aceptables, se coloca un distanciador entre pistón y guía, lo que hace disminuir dicha presión.

En aquellos cilindros donde las conexiones no estén mirando hacia arriba o donde el pistón no realiza la carrera completa, pueden ser necesarios tapones de purga tanto en la tapa como en la culata y facilitar así la retirada de dicho aire. Todos los cilindros llevan incorporada dicha purga de forma standard.

El fluido hidráulico tiende a adherirse al vástago y en ciertos casos puede producirse una acumulación de dicho fluido entre el rascador y junta de vástago. Esta acumulación no deseable puede evitarse mediante una conexión de drenaje de 1/8" G. Dicho problema podría presentarse en los casos de cilindros de carrera larga y cuando el lado del vástago esté constantemente con presión.

En la Tabla 33, las características técnicas de otro cilindro o apoyo hidráulico a modo de comparativa como posible alternativa. Es el modelo Stern Hidráulica, S.A. SK/SKM ISO 6020-1 (Tabla 33) [197].

Características técnicas modelo SK/SKM ISO 6020-1 - Stern Hidráulica, SA	
Presión nominal	160 bar, con opción de 210 bar
Presión de prueba estática	240 bar, con opción de 315 bar
Tipo de construcción	Tirantes o brida
Rango diámetro camisa	20 ÷ 180 mm
Rango diámetro vástago	8 ÷ 100 mm
Formas de montaje	8 fijaciones diferentes
Tapones de purga	Uno en cada extremo
Amortiguación	Opcional en uno o ambos extremos
Fluido	Aceite mineral s/DIN 51524
Rango de temperatura	- 20 ÷ 80 °C
Rango de viscosidad	20 ÷ 80.10 ⁻⁶ m ² /s
Velocidad máx. de pistón	0,5 m/s
Tipo de juntas	Según ISO
Filtración	Min clase 19 / 15 - ISO 4406 (β ₁₀ ≥75)
Conexiones	s/ISO 228/1

Tabla 33: Datos técnicos del cilindro hidráulico SK/SKM ISO 6020-1

Fuente: Stern Hidráulica, SA

5.1.9. Tecnología de protección a más de 50 metros

5.1.9.1. SALVA2

La tele-asistencia se ha centrado con este dispositivo en un campo de actuación natural como es el incremento de la seguridad laboral, comenzando por aquellas orientadas a eliminar los riesgos asociados a un accidente en solitario.

La utilización del dispositivo SALVA2 permite tomar la iniciativa coordinando la colaboración entre las principales figuras de este campo en la actualidad y alcanzar una posición de liderazgo en esta nueva aplicación de la tecnología al Sector del Agua y Saneamiento, permitiéndole realizar la presente oferta tecnológica [198].

Actualmente, las comunicaciones pueden realizarse mediante:

- Dispositivos de radio de corto alcance dependientes de una base conectada a la central mediante telefonía fija, ampliamente utilizados hasta la fecha en áreas de actuación reducidas.
- Dispositivos basados en telefonía móvil ya sean de tipo convencional o que integren localizadores por (GPS).
- Teléfonos de tele-asistencia conectados a la red de telefonía básica con dispositivos de manos libres y sistemas de llamada automática.
- Por otra parte, para detectar un accidente existen en el mercado diferentes tipos de detectores de emergencia: sensores de caída, pulso, actividad motriz, sistemas de operario muerto, etc., que integran o no sistemas de llamada o se conectan vía radio o bluetooth con el dispositivo principal.
- Las limitaciones del estado actual radican en tres aspectos fundamentales:
 - Establecimiento de la comunicación: existencia de zonas sin cobertura telefónica o de telefonía móvil donde deben desarrollarse tecnologías de radio actualmente no utilizadas por los servicios de tele asistencia convencionales.
 - Dificultades para la localización del lugar del suceso: excepto en recintos cerrados, con base de telefonía fija si no existe cobertura móvil hay dificultades al no poder realizarse la localización por celdas (basada en el uso de los repetidores de la red de telefonía) y si no existe visibilidad del cielo no puede utilizarse la localización por GPS. En la práctica, resulta difícil la confluencia de todos estos condicionantes en un único suceso y, en cualquier caso, se tendría la posición de la última localización de la víctima.
 - Sensibilidad de los detectores automáticos existentes (caída, pulso, etc.), más adecuados a personas con baja actividad, por lo que requieren una adaptación por software o hardware para evitar falsas alarmas.

La decisión de incluir en el diseño del equipo compacto para la optimización de trabajos y la minimización de riesgos en el interior de EECC este dispositivo, es porque se considera el más óptimo a la vista de la experiencia obtenida hasta la fecha.

SALVA2 es un sistema automático de seguridad desarrollado por Aqualogy del grupo AGBAR (Figura 145) que ayuda a la protección de personas que realizan trabajos en solitario y que permite alertar y actuar inmediatamente ante una situación de emergencia del usuario. Está compuesto por un dispositivo móvil especial el cual inicia automáticamente una comunicación vocal en caso de emergencia (a través de sensores de caída, inactividad o mediante la pulsación de botones de socorro por parte voluntaria en caso de que así sea requerido por el propio trabajador que lo lleve consigo durante la jornada de trabajo) [198]. También, puede enviar mensajes de SMS a un centro de emergencia identificando a la persona, la posición geográfica y el tipo de emergencia.



Figura 145: SALVA2

Empresa Aqualogy

Fuente: http://www.aquaplan.es/DOC/Presentacion_AQUALOGY_Marzo_2012.pdf

Cuando se produzca una emergencia en la central, se conocerá cómo se ha desencadenado y contactará con el trabajador abriendo la línea telefónica sin necesidad de que este conteste al teléfono. Si es posible, iniciará una conversación con él al tiempo que procede a su localización y visualiza los riesgos del trabajo y sus datos personales y médicos. En función de la gravedad de la situación a juicio del operador,

se adoptaran las medidas de auxilio pertinentes, desplazando y coordinando la participación de los medios necesarios: 112, 062, 080, 092, etc. (Figura 146).



Figura 146: Vista del SALVA2

Fuente: Empresa Aqualogy

En trabajos cortos no será necesario el uso de este elemento, puesto que el trabajador o trabajadores estarán bajo una vigilancia constante. Pero cuando se realicen labores alejadas del equipo compacto, será una ayuda importante el disponer de este dispositivo, incluso es adecuado cuando se realicen desplazamientos largos [198].

La legislación en la que se ampara la justificación de este dispositivo refuerza el concepto de integración de la prevención en el sistema de gestión de la empresa, utilizando como herramienta para ello el Plan de Prevención, cuyo objetivo principal es el de fomentar una auténtica cultura de la prevención de riesgos en el trabajo. En este sentido y, en base al procedimiento de trabajo [3,4], tiene establecido un Plan de Prevención donde se establece la estructura organizativa, las responsabilidades, los procedimientos, las funciones, los procesos, las prácticas y los recursos necesarios para llevarlo a cabo a partir de una completa evaluación de riesgos y planificación de acciones preventivas según se enmarca en la LEY 54/2003, de 12 de diciembre [31].

Pero, además de los esfuerzos que le son legalmente exigibles, la propuesta y desarrollo del diseño del equipo compacto está especialmente encaminada y en base a la preocupación por prevenir tanto los accidentes como sus consecuencias. Este equipo compacto pretende mejorar de las condiciones de trabajo en circunstancias donde los trabajadores realizan tareas en solitario descritos en la Nota Técnica de Prevención NTP 791 [32], que hace referencia a trabajos en situación de aislamiento con los siguientes beneficios:

- Reduce los riesgos asociados a una demora en la detección y localización, incluso si el trabajador no puede comunicarse o se encuentra inconsciente.
- Identificación instantánea de caídas a través de un sensor incorporado.
- Posibilita la petición de auxilio a través de un botón de socorro.
- Comunicación directa y segura a través de una llamada vocal al centro de emergencias.
- Envío de información adicional a través de SMS (posición (GPS), detección de caída).
- Software independiente para centros de emergencia. Permite visualizar la posición de la persona en apuros sobre Google Maps u otros servicios web públicos de información geo referenciada (Figura 147).



Figura 147: Imagen obtenida del localizador

Fuente: Empresa Aqualogy

Una gran mayoría de ayuntamientos, administraciones y empresas tienen trabajadores desplegados en solitario dentro de amplias zonas que constituyen su ámbito normal de actuación. Los servicios de aguas no son una excepción: tareas simples, pero no exentas de riesgo son realizadas por una sola persona en emplazamientos más o menos aislados desde zonas alejadas, dentro de una gran instalación, hasta depósitos o plantas de tratamiento remotas [198].

En estas situaciones existe el agravante de la soledad ante el riesgo de accidente laboral que, en el caso de trabajar en el interior de EECC, se agudiza aún más a pesar de que el problema se produce con muy baja frecuencia y afecta a escasos trabajadores, ya que únicamente se presenta en situaciones de accidente, lo que justifica más aún la propuesta de la ejecución del diseño del equipo compacto. La tecnología a desarrollar tiene por objeto la prestación automática de un servicio de asistencia urgente en caso de accidente laboral o situación de dependencia del trabajador víctima de un percance cuando este se encuentre desarrollando su actividad en solitario, por lo que no vulnera el derecho a la intimidad ni somete a un exhaustivo control al mismo, sino que más bien se vela por su integridad física y preocupación de su salud.

El incluir este dispositivo en el diseño del equipo compacto es con intención de dar un paso más allá de las exigencias legales en su compromiso con la seguridad laboral y abrir una nueva vía de respuesta ante emergencias, mediante la adaptación de la tecnología existente para prestaciones de tele-asistencia. De esta manera, la empresa soluciona un problema de sus trabajadores a la vez que favorece el desarrollo de avances en el campo de la asistencia a colectivos desfavorecidos, en un doble compromiso ético con los ciudadanos.

5.1.9.2. Mobile Tel

Mobile Tel es un dispositivo de comunicación GSM orientado, entre otros, a los servicios de tele asistencia, seguimiento, localización, seguridad, etc. Se han añadido funciones extras que, mediante el envío de simples mensajes SMS, permiten controlar al operario de forma remota. Su característica diferencial respecto a los equipos actuales de tele asistencia es su portabilidad. Mobile Tel está basado en telefonía móvil GSM lo que le permite su utilización tanto en el domicilio como fuera del mismo (Figura 148) [199].



Figura 148: Imagen del Mobile Tel

Empresa Cedetel

Fuente: <http://www.dicyt.com/noticias/cedetel-desarrolla-un-dispositivo-movil-de-teleasistencia-seguimiento-y-localizacion>

Funcionalidades

- Botón de emergencia o pánico y ayuda.
- Sistema de Manos libres. Varios modos.
- Sensores de temperatura, movimiento e inactividad.
- Sistema de detección de caídas.

- Detector nivel batería y control cargador.
- Detector fallo cobertura y comunicaciones.
- Parametrización de funcionalidades.
- Comunicación con distintos números mediante voz y (SMS).
- Abandono del área de seguridad con funcionalidades (GPS).

Ventajas

- Más económico que los actuales sistemas
- No necesita centralita en el domicilio
- Sistema de Manos Libres
- Función “Descuelgue de llamadas” automático.
- Tamaño y peso inferior a un teléfono móvil.
- Facilidad de uso: SOLO DOS BOTONES.
- Batería de Ion-Litio (larga duración–12días).
- Alarmas mediante llamadas o mensajes de texto (SMS).
- Establecimiento automático de llamadas de voz.
- Posibilidad de localización mediante (GSM).

Beneficios

- Su uso es muy sencillo e intuitivo para cualquier persona. No se requiere ningún conocimiento.
- Es posible configurar los servicios a medida de cualquier necesidad de las personas dependientes.
- Contribuye a mantener la independencia de las personas dependientes.

En la (Figura 149) se muestra el detalle de la comunicación del Mobile Tel.

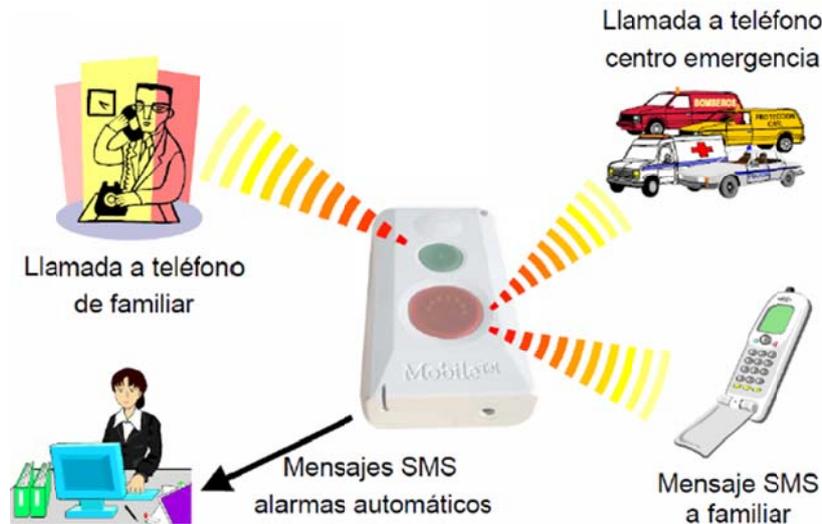


Figura 149: Ejemplo de configuración del Mobile Tel

Fuente: Empresa Cedetel

Centro de Control y Monitorización de Alertas

- Plataforma online de gestión de los usuarios registrados en la plataforma.
- Permite registrar, procesar y monitorizar en tiempo real todas las alertas SMS enviadas desde los dispositivos móviles de tele asistencia.
- Accesible las 24 horas del día, los 365 días del año: sólo se requiere un ordenador con conexión a Internet.

Panel de Monitorización de alertas

- Pulsado de botón de emergencia y ayuda
- Alertas de temperatura y caídas
- Detección de inactividad
- Nivel de batería
- Fallos del sistema y cobertura
- Abandono del área de seguridad equipos con funcionalidades (GPS)

En la siguiente figura se muestra el ejemplo de Panel de Monitorización de alertas (Figura 150).

Nº Móvil	Alerta	Fecha / Hora	
Mobíetel 3.0 SaiWireless 697274960		02/04/2009 17:17:05	Atendida Avisar
Mobíetel 3.0 SaiWireless 697274960		02/04/2009 14:17:12	Atendida Avisar
Mobíetel 3.0 SaiWireless 697274960		02/04/2009 14:08:59	Atendida Avisar
Mobíetel 3.0 SaiWireless 697274960		02/04/2009 12:21:50	Atendida Avisar

Figura 150: Ejemplo de Panel de Monitorización de alertas

Fuente: Empresa Cedetel

Módulo de localización de personas por GPS

- La persona que lleva el Mobile Tel puede ser localizada gracias a su receptor GPS.
- La plataforma representa gráficamente en un mapa la posición de la persona dependiente, con un escaso margen de error.
- El dispositivo emite una alerta vía SM) cuando se abandona un “área de seguridad” previamente configurado.

Por ende de éste punto, en la siguiente figura se muestra la localización vía GPS del dispositivo Mobile Tel (Figura 151) [199].

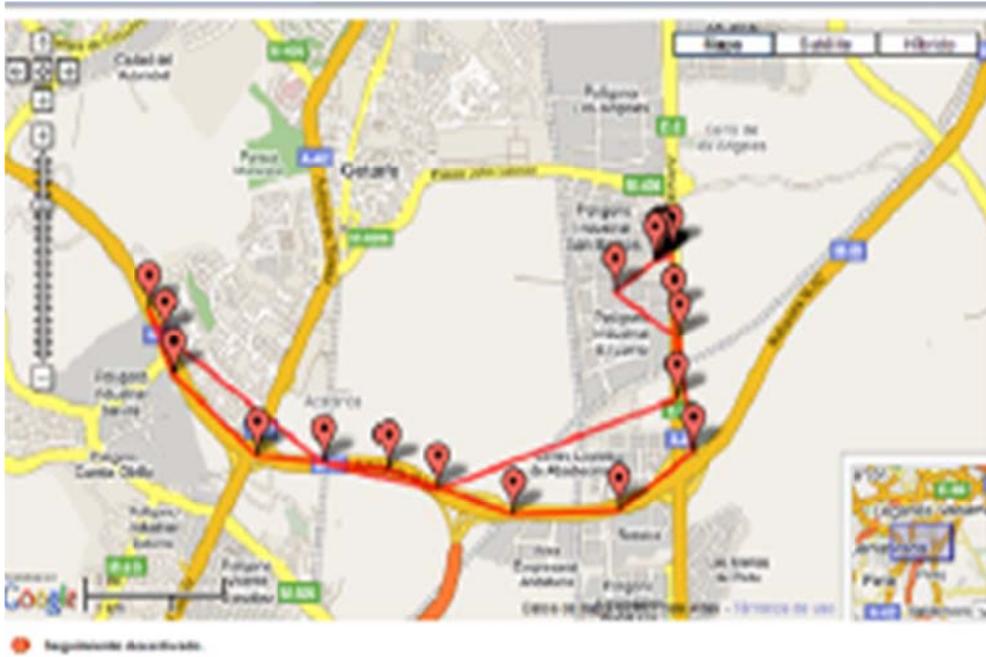


Figura 151: Localización GPS del Mobile Tel

Fuente: Empresa Cedetel

Si se realiza una comparativa entre los dispositivos SALVA2 y Mobile Tel, hay que decir que ambos dispositivos cuentan con aplicaciones distintas, aunque basadas en las mismas funciones. De hecho, disponen de las mismas ventajas y los mismos beneficios. Es por ello que, puesto que el dispositivo SALVA2 ha sido diseñado para este tipo de trabajos y apto para realizar tareas en EECC, se decide optar por dotar al diseño del equipo compacto para la optimización de trabajos y la minimización de riesgos en el interior de EECC con SALVA2 [198-199].

5.1.10. Desfibrilador

5.1.10.1. Introducción

A todos los dispositivos analizados hasta ahora, hay que sumar un desfibrilador automático externo (DEA). En caso de ser necesario, como consecuencia de que un trabajador sufra un desfallecimiento, es recomendable su uso tanto si la víctima

respira como si no (Figura 152). Como en el caso del uso del desfibrilador, lo utilizarán los trabajadores en caso de emergencias y será usado por personas ajenas al mundo sanitario, primeros intervinientes o profesionales sanitarios fuera de un entorno sanitario.

Como paso principal y prioritario antes de hacer uso del desfibrilador, se darán algunas nociones básicas y poner de manifiesto algunos conceptos de manera que se tenga un conocimiento previo.

El paro cardíaco súbito es la principal causa de muerte en Europa, afectando aproximadamente a 700.000 personas cada año. Muchas de las víctimas del paro cardíaco súbito pueden sobrevivir si los testigos actúan de forma inmediata. La única forma de tratar eficazmente el paro cardíaco súbito o muerte súbita cardíaca producida por una Fibrilación Ventricular es mediante un choque eléctrico administrado por un desfibrilador. Éste impulsa una corriente eléctrica a través del corazón aplicándola mediante unos electrodos situados en el tórax de la víctima. La Fibrilación Ventricular consiste en una actividad caótica del corazón sin latido cardíaco eficaz y la administración del choque eléctrico o desfibrilación restablece un ritmo cardíaco normal y un latido eficaz [189-191,200]. Si no se actúa con prontitud en estos casos, las posibilidades de recuperación serán muy bajas. Está ampliamente demostrado que la desfibrilación es el único tratamiento efectivo de un paro cardíaco súbito causado por Fibrilación Ventricular o Taquicardia Ventricular sin pulso. La evidencia científica indica que la Desfibrilación Temprana es determinante en la recuperación de la víctima. Las posibilidades de conseguir una desfibrilación exitosa se reducen un 10% por cada minuto que se retrase la misma. Esta desfibrilación puede aplicarse de manera eficaz con un desfibrilador. La aplicación de las maniobras resucitación cardiopulmonar (RCP) Básica, aunque no es un tratamiento definitivo, puede ayudar a mantener a la víctima en las mejores condiciones para que pueda ser revertido posteriormente el paro cardíaco causado por Fibrilación Ventricular o Taquicardia Ventricular sin pulso [138-139].

5.1.10.2. DEA modelo CardiAid

El desfibrilador CardiAid de Corscience es un dispositivo portátil utilizado para estimular eléctricamente un corazón que está en Fibrilación Ventricular. Al utilizar un DEA, se hacen pasar fuertes choques eléctricos entre los parches situados en el pecho del paciente. El desfibrilador lo encontraremos en el interior del el diseño del equipo compacto y estará debidamente señalizada su presencia mediante el signo que se muestra en la (Figura 153). Dispone de tres simples botones o pasos: 1 encendido, 2 análisis del ritmo cardíaco, 3 descarga o choque eléctrico (Figuras 152) [200].



Figura 152: Desfibrilador automático externo CardiAid

Empresa Corscience

Fuente: <http://www.corscience.de/en/medical-engineering/references/projects.html>



Figura 153: Señal indicativa de desfibrilador

Fuente: *Elaboración Propia*

El desfibrilador es un dispositivo fiable y seguro que libera una descarga eléctrica a las víctimas que sufren un paro cardíaco súbito. Utilizan mensajes visuales y verbales para guiar la actuación de los resucitadores y son adecuados para su utilización por personas ajenas al mundo sanitario o profesionales sanitarios. Dispone de una señalización donde se puede visualizar el ritmo cardíaco y los mensajes visuales (Figura 152).

Es importante saber realizar adecuadamente la colocación de los parches del desfibrilador. El tórax de la víctima debe exponerse totalmente para conseguir una correcta colocación de los parches. El vello del tórax puede impedir la adherencia de los parches e interferir la transmisión eléctrica. Debe colocarse uno de los parches en el tórax a la derecha del esternón, por debajo de la clavícula. El otro se debe colocar a nivel de la línea axilar media izquierda y en posición vertical de su eje más largo (Figura 153). En mujeres, debe evitarse su colocación sobre las mamas. Aunque la gran mayoría de los parches están marcados como derecho e izquierdo o poseen una figura que indica su posición correcta, no se altera su funcionamiento si se colocan a la inversa (Figura 154) [33-34,189-191,200].

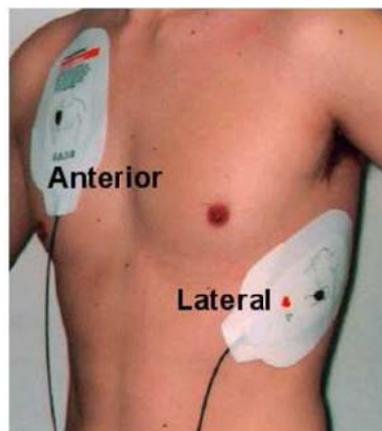


Figura 154: Colocación de los parches del desfibrilador CardiAid

Empresa Corscience

Fuente: <http://www.corscience.de/en/medical-engineering/references/projects.html>



Figura 155: Parches del desfibrilador CardiAid

Empresa Corscience

Fuente: <http://www.corscience.de/en/medical-engineering/references/projects.html>

Se recuerda que el realizar la respiración cardiopulmonar básica (RCP) antes de la desfibrilación es muy importante. El llevar a cabo la desfibrilación inmediata, tan pronto como se dispone de un desfibrilador, es un elemento clave y se considera de importancia capital para sobrevivir a un paro cardíaco por fibrilación ventricular. No obstante, un periodo de compresiones torácicas antes de la desfibrilación y mientras se dispone del desfibrilador junto a la víctima, puede mejorar la supervivencia.

5.1.10.2. DEA modelo Plus de Zoll de DRAGÉR

El Plus de Zoll es un desfibrilador automático diseñado para dar instrucciones de voz e indicaciones simples y directas para una operación de rescate sencillo, siendo ligero y para máxima portabilidad. Está diseñado para el tratamiento de la Fibrilación Ventricular (FV) y la Taquicardia Ventricular (TV) (Figura 155) [33,34,189-191,201]. Sus características más destacables son:

- El modo de funcionamiento de este es automático.
- La forma de onda es (EBT) con compensación de impedancia.

- La energía entregada en cada descarga es fija de 200 Julios.
- En adultos la energía entregada es nominal de 200J sobre una carga de 50 Ohmios. En niños la energía entregada es nominal de 50 J sobre una carga de 50 Ohmios.
- La precisión de la energía de descarga es conforme a la normativa que afecta a estos dispositivos. [189-191,200]
- El tiempo que normalmente transcurre entre descarga y descarga es menos de 20 segundos.
- El protocolo de comunicación es mediante mensajes de voz e indicadores guían al usuario a través del protocolo.
- El control de carga es automático por programa (sistema de detección de arritmia y control de carga).
- El tiempo de carga desde "aviso de descarga" es menor de 8 segundos, típico.
- Las instrucciones de voz se hacen mediante mensajes detallados de voz que guían completamente al operador en el uso del desfibrilador.
- Para control del (DEA) dispone de un botón de descarga, botón de información y un botón (ON/OFF). Igualmente posee como indicadores del funcionamiento de unos (LLEEDD) de (diferentes colores). Botón de información. Como indicador de carga completa se dispone de:
 - Texto del sistema "Pulse el botón rojo de descarga"
 - Botón rojo de descarga parpadeando
- Una vez cargado, El Plus de Zoll se descargara sí:
 - El ritmo cardiaco del paciente cambia a un ritmo no desfibrilable.
 - El botón de descarga no se pulsa dentro de los 15 segundos después de que sea cargado.
 - El botón (ON/OFF) se cambia a la posición (OFF).
 - Los PPAADD del desfibrilador se han retirado del paciente
 - El conector de los PPAADD esta desconectado.
- La energía es entregada si se pulsa el botón de DESCARGA mientras el desfibrilador está cargado.

- La alimentación se realiza mediante una pila de 12 Voltios CC, 4.2 Ah litio-dióxido de manganeso, desechable de larga duración.
- La capacidad de la batería es como mínimo de 200 descargas o cuatro horas de funcionamiento continuo.
- Para comprobar el funcionamiento del DEA, se recomienda hacer un auto test automáticos y activados por el usuario:
 - Auto Test diario: Test de circuitos internos, sistema de forma de onda entregada, capacidad de la pila y programa.
 - Test de Inserción de Pila: a la inserción de la Pila, un auto-test automático y un test con interacción del usuario comprueban la disponibilidad del equipo
- Como registro y transmisión de datos se dispone de manera opcional de una pila especial para transmisión de datos. Así como los datos almacenados, puesto que almacena los primeros 60 minutos de (ECG) y eventos del incidente completo y decisión de análisis.
- El tamaño es de pequeñas dimensiones: (80 x 300 x 270 mm)
- El peso total del DEA es de 2.2 Kg con la pila instalado



Figura 156: Desfibrilador externo automático Plus de Zoll

Empresa Dräger

Fuente: http://www.draeger.net/media/50/00/06/50000631/seguridad-industrial_catalog_es.pdf

Las ventajas y características de todos los dispositivos son muy parecidas en cuanto a ventajas y características técnicas. Se ha decidido elegir como preferido al desfibrilador

externo automático modelo Plus de Zoll del fabricante Dragër, no por la mejora de sus características técnicas frente al desfibrilador modelo CardiAid del fabricante Corscience, sino por tener un importe menor en la adquisición y porque sus instrucciones de mensajería tanto de texto como de voz son en distintos idiomas, dependiendo del lugar donde se comercialice, mientras que el CardiAid del fabricante Corscience está en inglés tanto las instrucciones de texto como vocales. En función del lugar donde se comercialice el equipo de intervención de salvamento y rescate, se utilizará un DEA u otro en función de la necesidad del idioma. A priori y apoyado en distintos factores como son [33-34,189-190-191,200-201]:

- El primer (DEA) del mundo que es más que un desfibrilador y aporta todos los aspectos contemplados en un salvamento.
- Accesibilidad.
- Vías Aéreas.
- (RCP).
- Desfibrilación.
- Sencillez.
- La integración con otros aspectos del rescate son difíciles.
- La pérdida del miedo a equivocarse es una de las grandes barreras para la participación en un rescate y con el Plus de Zoll se han evitado.
- Un buen diseño puede integrar tanto el (RCP) como la desfibrilación.
- Interfase gráfico.
- Diseñado para proporcionar un entrenamiento “Heartsaver” .
- Compresiones durante el proceso de (RCP) – Frecuencia y presión PASS.

Las principales ventajas del Plus de Zoll son:

- El único DEA en el mundo que incorpora imágenes tanto en el equipo como en los electrodos.
- No está disponible en ningún otro.

- Primer DEA que genera un Feedback mientras se realiza (RCP).
- El único que lo hace.
- Ningún otro proporciona ninguna otra información que ayude excepto el número de descargas.
- Hace que el DEA sea mucho más útil para alguien que sufra un colapso repentino.
- Primer DEA que utiliza pilas comunes
- El cambio de las baterías es sencillo y no depende del fabricante
- Gran ahorro en gastos de mantenimiento.
- Un único electrodo para eliminar la posibilidad de confusión, mal posicionamiento o retraso
- Integra imágenes y símbolos de (RCP). Una pieza para la realización de compresiones de manera correcta
- Incorpora todo lo necesario para un rescate.
- Único que recomienda y ayuda el (RCP) (Figura 156).
- Otros solamente desfibrilan.
- No todos los colapsos repentinos necesitan solo desfibrilación.
- Ayuda a conseguir el hecho de no tener que desfibrilar.
- Fácil reconocimiento de la acción que se debe hacer en cada momento.
- Comunica más información que aquellos en los que la información aparece en la pantalla combinados con mensajes de voz.
- (AED) de bajo costo con pantalla (LCD) como estándar
- ECG incluido sin aumento de costo
- Asegura que siempre está operativo
- Tanto las alarmas como los indicadores te avisan de que la unidad no está en perfecto estado.
- Utiliza un puerto de infrarrojos estándar como los utilizados en ordenadores portátiles.



Figura 157: Imagen de colocación de parches del Plus de Zoll

Fuente: Empresa DRÄGER

Los principales beneficios del Plus de Zoll de Dräger son [33-34,189-191,201]:

- Enlaza el entendimiento y el funcionamiento mediante la utilización de aspectos visuales y sonoros.
- Realza la comprensión y el entrenamiento mediante la combinación de imágenes y mensajes sonoros para evitar confusiones.
- Ayuda a realizar (RCP) según los últimos protocolos.
- La presión que se hace en las compresiones suele ser uno de los dos errores más frecuentes al realizar (RCP).
- Ayuda al paciente a recibir una primera asistencia rápida y efectiva hasta que llegue el profesional que se haga cargo del paciente.
- Los pacientes tienen muchas más posibilidades de recuperarse después de haber sido atendidos, en primer lugar en un espacio corto de tiempo y en segundo por un “profesional”.
- Desfibrilador para gente corriente = Baterías normales.
- Evitamos pagar precios desorbitados por productos en los que el fabricante no aporta ningún valor.

- Incorporación de una pastilla para el masaje en el esternón entre electrodos con imágenes de posicionamiento.
- Prácticamente imposible equivocarse.
- Adhesión inmediata Una única posición para la realización de la (RCP), incluso en pacientes obesos.
- Avisos de voz indican si las compresiones son o no correctas.
- Los sensores determinan la frecuencia de compresión.
- Ayuda a eliminar los errores más frecuentes al realizar (RCP).
- Los gráficos guían al usuario a través de la secuencia y los mensajes de voz le indican que hacer (Figura 157).
- Contiene (ECG) si se desea.
- Gráfico de compresiones de (RCP).
- Muestra el número de descargas administradas.
- Muestra el tiempo transcurrido desde que se puso en marcha.
- Muestra la información que es descargada así como el funcionamiento.
- Te indica el status de la unidad con un “√” verde o bien una “X” para que en todo momento sepas si la unidad está o no en condiciones de ser utilizada.
- Cuando la unidad necesita baterías nuevas, salta la alarma y el indicador pasa a “X”.
- “20 minutos continuos desde la conexión al paciente, incluyendo toda la información proporcionada por el equipo, (ECG) asociado, y audio son grabados.
- El software de archivo y análisis para el control médico, análisis retrospectivo y el reporte de datos está disponible en el “ZOLL data control”.

Entre las distintas ventajas y beneficios que ofrece el desfibrilador automático externo Plus de Zoll de Dräger que inclinó hacia la decisión de optar por éste para dotar el diseño del equipo compacto, fueron el precio de adquisición, la facilidad de contacto y suministro [33-34,189-191,201].

Se clasifican los sensores de nuestro equipo diseñado para la optimización del trabajo y la minimización de riesgos en el interior de espacios confinados en dos categorías:

- Sensores cableados:

Se habla de “cableados” por el tipo de conexión del periférico al sistema central de gestión del equipo compacto a través de unas entradas digitales (Figura 159). La conexión por cableado es muy fiable, por lo que se eligen para los sistemas de medición ambiental, bien a través de una conexión directa por cable o a través de una comunicación de bus de campo abierto, como mejor solución.

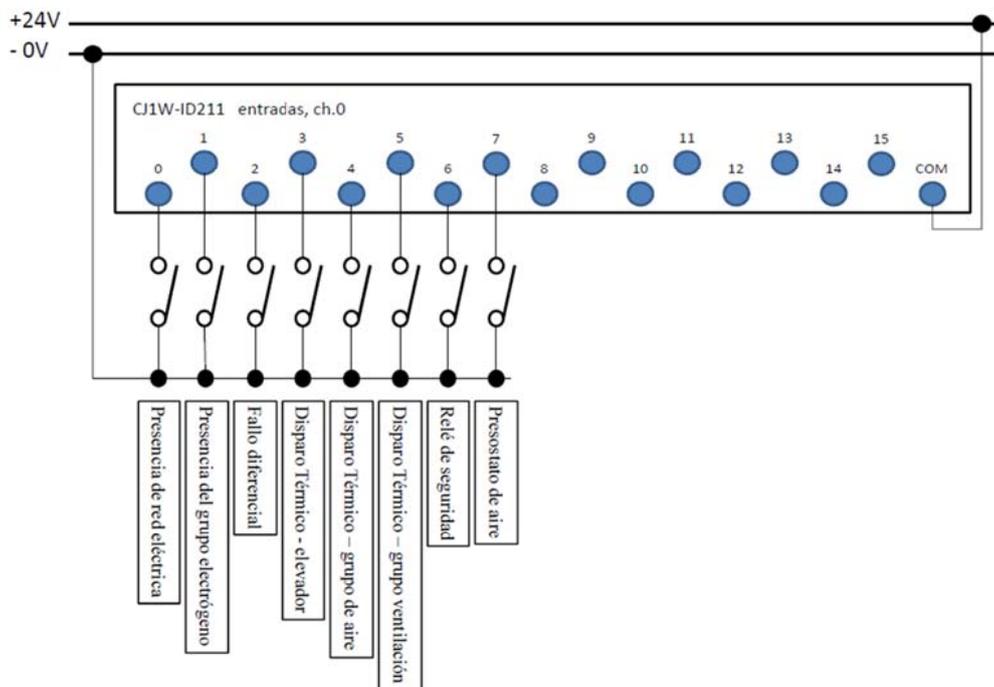


Figura 159: Esquema unifilar de entradas digitales de la CPU

Fuente: Elaboración Propia

- Sensores inalámbricos:

Los sensores inalámbricos vía onda de radio frecuencia, se consideran más adecuados para permitir la movilidad de los operarios. Este sistema se conectaría con el (PLC) vía modem.

Para configurar el (PLC) se debe tener en cuenta las señales remotas que se tiene que tratar vía comunicación al ordenador situado en el equipo compacto. En resumen, existen cuatro señales analógicas y dos señales digitales.

- Medidor analógico de oxígeno.
- Medidor analógico de dióxido de carbono.
- Medidor analógico de metano.
- Medidor analógico de explosividad.
- Señal digital de “hombre muerto”.
- Señal digital para pedir auxilio y elevador de rescate.

Por los actuadores o salidas (Figura 160), hay que contar principalmente con la presencia de:

- Motores de arrastre para ayudar a los operarios a salir del espacio confinado en caso de emergencia.
- Ventilador, extractor de aire para extraer el exceso de gases tóxicos.
- Ventilación forzada para enriquecer en aire fresco el aire de dentro del EECC.
- Contacto de arranque del generador eléctrico en caso de corte de alimentación.

Para la comunicación con el centro de control del equipo compacto, se precisa un modem (GSM/GPRS) para poder intercambiar datos (estado del personal, situación, etc.) entre la estación remota y el centro de control. Estas salidas no se ven condicionadas por el diseño del equipo gracias al (PLC) y su flexibilidad cara a la programación, quedando abierta la posibilidad de cualquier mejora en función de la lista de entradas y salidas.

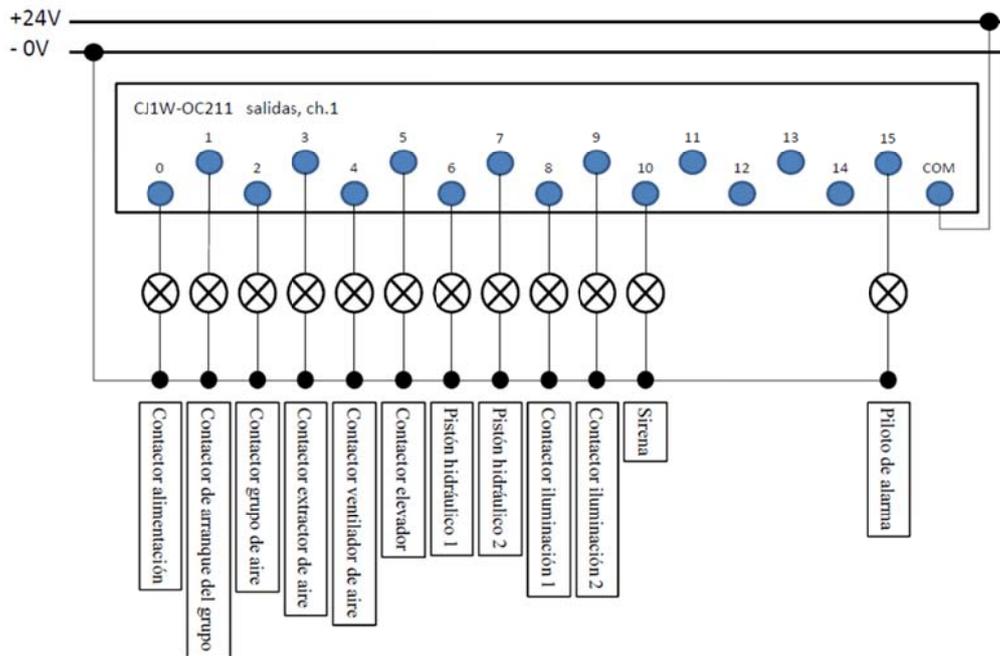


Figura 160: Esquema unifilar de salidas digitales de la CPU

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se muestra la programación, parametrización y conexionado de los distintos equipos que intervienen en el conexionado del el diseño del equipo compacto.

Hay que tener en cuenta todo tipo de problemas que se puedan plantear tanto en el interior del espacio confinado como en el exterior. Por ello, se han supuesto posibles incidencias que se intentan resolver, como puede ser el fallo del suministro eléctrico por parte de la compañía suministradora y el rearme de nuestro generador eléctrico de manera automática y secuencial para garantizar un suministro constante con apenas unos segundos de corte de suministro eléctrico.

Suministro eléctrico del remolque

Será asegurado a través de una conexión a la red eléctrica convencional por parte de la empresa suministradora o bien gracias a un grupo eléctrico o generador eléctrico de corriente autónomo.

El diseño del equipo compacto está dotado de un (PLC) que será quien gobierne de manera automática a todos los equipos y elementos de los que se compone el remolque [202]. El (PLC) funciona a una tensión de 24Vdc suministrada por una batería colocada estratégicamente en el interior del remolque. En todo momento el PLC estará informado del estado del suministro eléctrico del remolque y será capaz de gestionar este dicho suministro.

Gestión automática del suministro eléctrico

En un régimen de funcionamiento normal, el equipo estará alimentado a través de una conexión a la red eléctrica convencional. Se suministrará una tensión de 230V monofásica. En caso de interrupción del suministro eléctrico por parte de la empresa suministradora, el (PLC) enviará una orden al generador eléctrico para que éste arranque y sea el que, a partir de ese momento, se encargue de suministrar energía a todos los dispositivos que componen el equipo compacto [202].

Por motivo de seguridad, una vez se encuentre el generador eléctrico en funcionamiento y sea el que esté suministrando la energía al resto de dispositivos, éste tendrá que funcionar un tiempo parametrizable mínimo. Se ha hecho así para impedir que los equipos sufran en el encendido y apagado, al igual que se ha optado el configurarlo de esta manera para garantizar un suministro eléctrico constante y seguro. Al pasar el tiempo mínimo establecido que será parametrizable, podremos elegir si seguir trabajando con el suministro eléctrico del generador eléctrico del equipo o si preferimos trabajar con el suministro eléctrico de la empresa suministradora. Si el suministro eléctrico de la empresa suministradora vuelve a funcionar, tras un tiempo parametrizable mínimo de seguridad, el (PLC) volverá a coger por defecto la alimentación de red eléctrica por parte de la empresa suministradora (Figura 161).



Figura 161: Pantalla principal de la pantalla táctil

Vídeo 13: Montaje manual de panel de pruebas

Fuente: Elaboración Propia

Gestión manual del suministro

El operario que se encuentre al frente del control del equipo tendrá la posibilidad de seleccionar el tipo de suministro por defecto. Tendrá la opción de elegir el suministro a través del grupo eléctrico o de la red. En caso de fallo de alimentación de la red eléctrica, se vuelve al punto anterior.

Funcionamiento del equipo

La activación de los elevadores del equipo compacto se hará a través de la pantalla táctil que se encontrará en el exterior del equipo, donde se encuentra un pulsador de marcha y uno de paro. Dos testigos nos indicarán el estado de la red eléctrica y del grupo eléctrico (Figura 161).

Marcha de los apoyos hidráulicos

Ya se comentó que los apoyos hidráulicos sirven para estabilizar el remolque en caso de deber utilizar el elevador para rescatar a un trabajador. Los apoyos se pueden activar sin necesidad de tener activado el sistema automatizado del equipo compacto. Con la ayuda de dos pulsadores de la pantalla levantamos cada uno de los apoyos hidráulicos de forma independiente (Figura 161).

Sistema automatizado del equipo compacto

Se activará el equipo con dar la orden de marcha mediante el pulsador existente para tal fin. El suministro eléctrico trabajará en función del modo elegido (de la empresa suministradora o del generador eléctrico). Todos los equipos arrancarán de forma secuencial de la siguiente forma:

- Tras un tiempo de espera (parametrizable) (Figura 162), entra en funcionamiento el compresor de aire respirable PACMAS-2000 [178] que proporcionará aire al trabajador o a los trabajadores que vayan a realizar trabajos en el interior del EC.
- Tras el mismo tiempo de espera que, por defecto, se ha dejado varios segundos, entrará en funcionamiento el ventilador de aire. Éste será quien se encargue de inyectar aire del exterior al interior del EC.
- Tras el mismo tiempo de espera que el anterior, entrará en funcionamiento el extractor de aire. La manga del extractor la colocaremos siempre en la parte más inferior del espacio confinado con el fin de extraer los gases que se encuentren en el interior. Los gases pesan más que el aire, siendo este el motivo de colocar la manga del extractor más baja que la manga del ventilador. Una vez arrancado, el grupo seguirá funcionando hasta que el operario pulsa el pulsador de paro o que se produzca un evento extraordinario.



Figura 162: Pantalla de parámetros ajustables por el operario

Vídeo 14 - Simulación de alarmas y fallos

Fuente: Elaboración Propia

Eventos extraordinarios

Tenemos dos tipos de eventos extraordinarios. Todos los eventos no deseados que se produzcan en el transcurso del trabajo harán que, de manera automática e inmediatamente, aparezca una pantalla con fondo rojo en la pantalla táctil señalando el problema con un texto explícito a resolver (Figura 163).

En esta pantalla, se puede resetear la alarma en caso necesario o, incluso, en caso de ser una falsa alarma. Se observa en un cuadro el texto y la hora que se produce este evento. Igualmente, se puede añadir la hora en que desaparece el evento y cualquier otra opción que permita mejorar y tener más información de lo sucedido en transcurso del trabajo realizado. Los cuadros de texto pueden tener dos colores distintos, el negro indica un evento pasado mientras el blanco indica un evento vigente, siendo ésta una manera de interpretación del estado de las alarmas generadas.

En la pantalla principal que se dispone en la pantalla táctil, observaremos que el aviso de alarma cambiara al color rojo y parpadeará el **SOS**. Si presionamos encima de los

avisos o encima de las alarmas deslizantes, aparecerá la pantalla emergente de alarma de nuevo (Figura 163).



Figura 163: Pantalla emergente de alarmas

Fuente: Elaboración Propia

Evento referente a los equipos

En este punto, voy se exponen los distintos sucesos desfavorables que pueden ocurrir en el transcurso del funcionamiento de trabajo en el interior del EC. Durante el funcionamiento correcto del diseño del equipo en modo automático, se pueden producir eventos o averías relacionado a los diferentes elementos o dispositivos que componen el remolque. Pueden ocurrir problemas tanto internos como externos que hagan saltar el interruptor diferencial del cuadro eléctrico, generalmente, asociado a cortocircuito o derivación de la fase del suministro eléctrico a tierra. En este caso, se pararían todos los equipos del sistema, es decir, el compresor de aire respirable que suministra aire al trabajador, el ventilador de aire limpio, el extractor aire viciado y los elevadores de rescate.

Es importante destacar y cabe señalar que, aunque el compresor de aire respirable deje de funcionar por un fallo excepcional el elemento PAC MAS 2000 [178], que es el equipo habilitado para esta finalidad, se dispone de dos equipos de respiración autónoma (ERA) conectados estratégicamente que detectan la anomalía y se pondrían en funcionamiento en el acto. Así se evita en todo momento que el trabajador o trabajadores que se encuentren en el interior del EC se queden sin aire fresco para poder respirar a través del dispositivo por el cual se encuentran respirando.

Para quitar del equipo esta avería, el operario encargado de controlar todos los dispositivos tendrá que revisar la instalación completa para asegurarse que no hay ningún defecto, volver a activar el interruptor diferencial y accionar en la pantalla táctil el pulsador de marcha para activar nuevamente todos los equipos necesarios.

También, se puede encontrar con un posible fallo térmico, en ese caso se activará el relé térmico general. El equipo dispone de tres tipos de protecciones térmicas, una por cada motor de los elevadores de rescate, otra para el compresor de aire respirable y otra para el ventilador de aire limpio y extractor de aire viciado. Esta protección protege los elementos asociados por exceso de consumo. Cada uno de los interruptores desactivará los motores asociados, puesto que cada equipo llevará uno de manera independiente. De esta manera, si el ventilador falla por un tema térmico, pueda seguir trabajando el extractor o viceversa.

Para reactivar el fallo, el operario tendrá que asegurarse de que el sistema asociado está en buen estado y accionar del interruptor térmico, así el motor asociado volverá a arrancar nuevamente sin ningún inconveniente. Se recomienda parar todo el sistema para solucionar el problema y reanudar el motor. Se deja la posibilidad de “reanudarlo en caliente”, es decir, sin parar el sistema completo, por motivo de proteger el trabajador. Cuando el evento se soluciona, el cuadro de texto que aparece en la página emergente de alarma pasará en color negro y, en la página principal de funcionamiento, el aviso de alarma volverá a un color verde y parará el parpadeo del

SOS.

Si presionamos el icono correspondiente situado en la papelera, desaparecerá la alarma seleccionada. Si la alarma está vigente (cuadro blanco) no se ocurrirá nada, no se puede eliminar una alarma activa de la lista.

Evento de seguridad (ALARMAS DE NIVEL ALTO)

Durante el funcionamiento correcto del el diseño del equipo compacto, se puede producir alarma de seguridad vehiculado a la seguridad del trabajador. Tenemos dos alarmas directamente asociado a la seguridad del trabajador:

- Alarma de fallo de señal de vida, si se pierda la comunicación con el cinturón de señales electrocardiográficas (CorBelt) o en caso que el propio cinturón nos manda una señal anormal de su estado físico.
- Alarma de fallo por detección de gases, si el detector de gases nos avisa de una concentración peligrosa de gases.

En los dos casos el sistema, al detectar un evento de seguridad, aparecerá la pantalla emergente de alarma. El operario que controla el cuadro de mando y control en la pantalla táctil del remolque dispondrá de 15 segundos (tiempo no ajustable desde los parámetros y solo ajustable por el responsable del equipo o recurso preventivo) para pedir confirmación del estado al trabajador o trabajadores o confirmar la concentración excesiva de gases. En caso de ser falsa alarma, anula el protocolo creado para elevación y extracción del trabajador de manera directa. Para ello, reseteará la pantalla emergente de alarma y, así, cancelar el protocolo de seguridad que activa el elevador. Al resetear, el cuadro blanco cambiara a negro y se vuelve a un funcionamiento nominal del equipo (Figura 163).

Relé de seguridad

En caso de que el trabajador del exterior detecte una avería o peligro importante, se puede pulsar una seta de emergencia para dar la orden de funcionamiento del sistema de salvamento. El operario al pulsar la emergencia, tendrá que:

- Quitar físicamente la seta de emergencia
- Quitar la alarma de la pantalla, presionando el “reset” de la pantalla emergente de alarma. Se confirmará este paso con el cambio de color blanco al negro del cuadro posicionado delante el texto de alarma.
- Volver a presionar el pulsador de marcha del sistema y esperar que termina la secuencia de arranque.

Posición de mantenimiento o “manual”

Se tiene una pantalla de funcionamiento manual con la finalidad de comprobar cada uno de los equipos, el compresor de aire respirable, el extractor de aire viciado, el ventilador de aire limpio, los apoyos hidráulicos, los elevadores, el generador eléctrico de suministro eléctrico y el contactor de selección de alimentación eléctrica (permitirá cambiar la alimentación de la empresa suministradora de suministro eléctrico al generador eléctrico y a la inversa).

5.1.12. Cámara de vigilancia

Para un mayor control visual de los trabajos realizados en el interior de EECC, se ha visto muy positivo y, a su vez, ha sido apoyado por los trabajadores que desempeñan esta tarea, el dotar al equipo compacto de una cámara de vigilancia que sirva de apoyo visual a los trabajadores que realizan estas labores. Se trata de una cámara de vigilancia modelo AVC462ZBNF60 o similar, cámara IP con transmisión de video en vivo utilizando el formato de compresión (H.264), (MPEG4) o (MJPEG), fácilmente manejable a través del navegador (WEB) o el software de monitoreo que lleva incluido. Esta cámara se puede gestionar a través del software de monitoreo central (CMS) [203] (Figura 164). Cuenta con infrarrojos inteligentes que permiten visualizar un objeto o persona, aún cuando estén muy cerca. Tiene una visión nocturna de hasta 40 metros en plena oscuridad, lo que le permitirá trabajar y observar todo lo que ocurra en el interior de EECC. Puede trabajar a la intemperie, ya que cuenta con una clasificación IP67.

Se trata de una cámara ballet, la cual es muy útil para tener un monitoreo local o remoto. Cuenta con la función Hot Point que nos permite centrar la imagen deseada con solo dar un clic del mouse sobre el video. Pertenece a la serie de cámaras de alta resolución diseñada para ajustarse a las diferentes demandas en el ramo de la seguridad. Su lente de gran apertura con Sony Effio DSP le ofrece la mejor visualización de alta resolución e imágenes claras, incluso en la oscuridad. Cuando se mueven los niveles de fluido de luz, la visión se ve aún estable y muestra el verdadero color de las imágenes. Gracias a los infrarrojos tendrá una alta resolución de la cámara, produciendo imágenes claras y nítidas por día y su distancia de proyección IR con una alta sensibilidad en el ambiente oscuro, por lo que es adecuada para trabajos en el interior de EECC tanto de día como de noche [203].



Figura 164: Cámara de seguridad AVC462ZBNF60

Empresa SONY

Fuente: http://tvc.mx/tienda/catalogo/product_info.php?products_id=2445&osCsid=2

Principales Características:

- Sensor (CCD) a color de 1/3" super Alta Resolución.
- DSP SONY Effio.
- Alta resolución hasta 600 (TVL).

- Sensibilidad a condiciones de poca luz de 0.5 Lux a F2.0 y 0 Lux (Con IR encendidos).
- Clasificación IP para exterior IP67.
- Número de pixeles 771(H) x 492(V).
- 35 (LLEEDD) IR.
- Visión de hasta 40 metros.
- Lente 6mm F1.4.
- Ángulo de apertura 54°.
- Temperatura de operación -20°C – 40°C.
- Alimentación 12V DC.
- Consumo de corriente:
 - 70mA con IR apagados.
 - 400mA con IR encendidos.
- Dimensiones: 140,19(L) x 55,2(W) x 79,58(H) mm.

5.1.13. Pantalla táctil

Para control y supervisión de todos los parámetros y ratios existentes a controlar y gestionar tanto dentro como fuera del EC, se ha dotado al equipo compacto de una pantalla táctil o panel PC con pantalla táctil TFT WXGA (1366 x 768) de 15.6" que facilitará dicha gestión [204].

El modelo que se instalará para controlar dichos parámetros será el GOT615-801 del fabricante Axiomtek, empresa representada en España por Anatron, S.A. Este modelo ultra plano, con marco de 14 mm de grosor, posee un diseño elegante en aluminio IP65 y elimina la necesidad de ventilador para ofrecer una solución robusta y estilosa en aplicaciones de automatización. Integra un procesador Intel® Atom™ D525 de 1.8 GHz con chipset Intel® ICH8M para aportar un excelente rendimiento informático con mínimo consumo de energía.

Para responder a los requerimientos de uso en espacios públicos, el GOT615-801 cuenta con un diseño mecánico robusto y un panel frontal IP65 (impermeable y anti-polvo) que evita el “deterioro” del sistema. Este Panel PC opera en el rango de temperatura de -5 a +45 °C.

La pantalla táctil resistiva de 15.6” posibilita que los usuarios “interactúen” con la unidad incluso si llevan guantes. Esto es ideal en las aplicaciones de Interface Hombre Máquina (HMI).

El GOT615-801 incluye un slot PCIe Mini Card y una antena (WLAN) giratoria fija (opcional) para la conexión de redes inalámbricas. Así, sólo hay que conectar la WLAN Mini Card para obtener acceso instantáneo a (LAN/GPRS/GSM/3G) o aquel tipo de transmisión de señal que se utilice para comunicar el equipo compacto con un punto alejado de supervisión [204].

Este Panel PC de bajo consumo también destaca por su conectividad mediante un RS-232/422/485, dos RS-232, una bahía SATA (HDD) de 2.5”, dos Gigabit Ethernet, cuatro USB 2.0, VGA y puerto de audio. Las principales características se completan con resistencia al choque y la vibración (hasta 2G para CompactFlash™), kit de instalación VESA ARM, tomas SODIMM DDR3 de 204 pines (para hasta 4 GB) y soporte de los sistemas operativos Windows® CE.NET, Windows® XP Embedded (XPE), Windows® 7 y Linux [204]. (Figura 165).

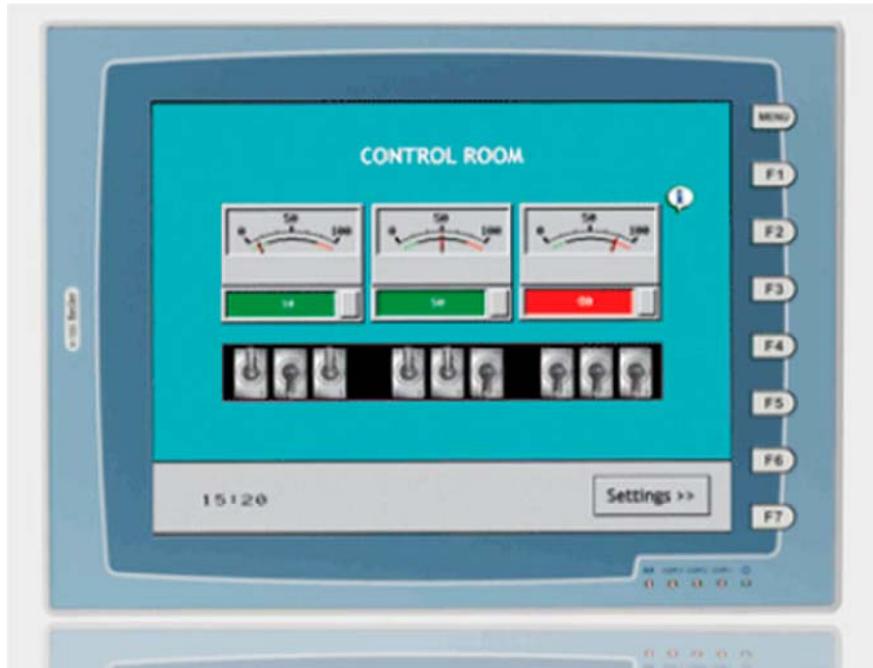


Figura 165: Pantalla táctil GOT615-801

Empresa Axiomtek

Fuente: <http://www.axiomtek.com/Products/ViewProduct.asp?view=952>

5.1.14. Equipos indispensables de apoyo

En caso de rescate, sería necesario disponer de un arnés de seguridad para poder enganchar una cuerda de vida. Para ello, se habilitan dos elevadores de rescate de modo que enrollarán la cuerda de vida en un tambor giratorio dentro del equipo compacto. Pueden ser accionados mediante un cuadro de mando supeditado tanto desde el interior de los EECC como por el recurso preventivo externo, quien tendría mayor prioridad que el operario del interior. Unos gatos hidráulicos garantizan un apoyo apropiado y correcto para poder utilizar el elevador/es en caso de ser necesario. El equipo estará dotado de los elementos suficientes para poder socorrer a varios operarios en el menor tiempo posible [16]. También se contará con un trípode con el fin de realizar este tipo de operaciones de manera manual sin necesidad de usar el elevador [205]. Se añade a este material una escalera telescópica y una caja para herramientas de mano.

5.2. ANÁLISIS Y MUESTREO DE ENSAYOS SOBRE TRABAJO DE CAMPO

A lo largo de esta investigación se ha procedido a la realización de toma de datos de los trabajos realizados sobre campo en EECC. Como ya se comentó, en la Tabla 8, se muestra un resumen detallado de cada uno de los trabajos llevados a cabo tanto en la preparación externa como en la realización interna de la labor a desempeñar en el interior de estos lugares. En esta toma de datos pormenorizada, se ha tenido en cuenta el tiempo empleado en cada uno de los hitos a conseguir en cada momento realizando, posteriormente, un análisis de estos tiempos.

La media de los tiempos empleados en las distintas operaciones son los siguientes:

1. Vaciar la furgoneta de los equipos, herramientas y elementos existentes en su interior. En su defecto, hacer hueco suficiente para cargar aquello que sea preciso, tiene un ratio medio de 3,3 minutos.
2. El siguiente paso tras descargar los elementos que no se vayan a utilizar, sería colocar los equipos vaciados de la furgoneta en un lugar accesible sin que entorpezca otra labor a realizar, habiendo utilizado en esta tarea un tiempo de 3,4 minutos.
3. Al amparo del procedimiento y del permiso de trabajo, será preciso buscar y preparar todos los elementos necesarios para ejecutar el trabajo en el interior del espacio confinado, una vez localizados y preparados, habrá que cargarlos en el vehículo. Los dispositivos que por lo general se suelen utilizar son:
 - Generador eléctrico.
 - Iluminación a 12 o a 24 VDC.
 - Escaleras portátiles.
 - Equipos autónomos de aire.
 - Mascaras faciales.
 - Casco de protección.
 - Cascos auditivos.

- Ropa de trabajo apropiada (monos desechables).
- Botas de goma.
- Guantes de goma.
- Arnés.
- Cuerda de vida.
- Trípode de rescate.
- Medidor de gases.
- Herramientas de mano

En general, estos dispositivos y elementos no están solamente destinados a estas labores de trabajo, sino que se comparten para otra serie de funciones e, igualmente, se comparten entre otros trabajadores. La demora en localizar todos ellos siempre va a depender del buen trato e interés que se les destine. A modo de resumen, se puede confirmar que el promedio de búsqueda y localización de estos elementos es de unos 30,9 minutos.

4. Habitualmente, una vez localizados todos los equipos, se comprueban que se encuentran en perfecto estado para poder ser utilizados. En esta fase de corroboración del perfecto estado de revisión se invierte unos 2,1 minutos de promedio.
5. En caso de que alguno de éstos elementos no estén en condiciones para ser usados, será necesario prepararlos. Por ejemplo, falta de combustible al generador eléctrico, cargar el medidor de gases, limpiar equipos, etc. En esta labor se invierte 1 minuto aproximadamente.
6. Una de las partes más importantes es la de preparar y dotar a los operarios que vayan a realizar la faena de todos los EEPPII necesarios para acceder al interior del espacio confinado. Equipándolos de monos desechables o mono antigua, botas y calzado apropiado al lugar de trabajo, arnés, medidor de gases, casco protección, casco auditivo, etc.

7. Una parte que no se ha tenido en cuenta en este estudio ha sido los desplazamientos (necesarios de todos modos) al lugar donde se vaya a acceder al EC, por tanto, es algo que no se podría optimizar.
8. La cumplimentación del permiso de EECC y atender cuantas indicaciones y directrices indique el responsable del trabajo, es algo que igualmente será necesario realizar en todos los casos. Por lo tanto, aunque se ha tenido en cuenta para un mayor conocimiento de los efectos sobre el trabajo, se indica que sería una prioridad no aplicable a la optimización del tiempo.
9. Disponer de un operario como recurso preventivo que esté presente antes y durante la jornada de trabajo que se vaya a realizar. Igualmente, es una necesidad libre de valoración, puesto que es un imperativo legislativo necesario de cumplir y de aplicar por el bien de todos los participantes.
10. La descarga todos los dispositivos y elementos necesarios para desempeñar el trabajo en el interior del EC es importante realizarla bien desde un primer momento para evitar tener pérdidas de tiempo en la modificación del lugar de los mismos. En estas labores se invierte unos 3,9 minutos de promedio.
11. La señalización de la zona a trabajar necesitará una cantidad de tiempo, dependiendo de la zona donde se vaya a trabajar. Como promedio en esta labor, se invierte una media de 2,6 minutos.
12. La puesta en funcionamiento el generador eléctrico es, sin duda, una tarea que debe ir ligada con otras de las anteriores y posteriores a desempeñar, puesto que el generador eléctrico debemos cerca del punto de suministro de corriente y alejado del ventilador que introducirá aire fresco para refrescar el habitáculo del interior a trabajar. El promedio de esta tarea es de 2,7 minutos.
13. Al hilo de lo citado anteriormente, estos equipos se deben colocar en un lugar donde no se absorban el CO₂ que produce el generador y lo metamos en el interior del EC, puesto que la finalidad concreta es la de meter aire fresco y renovar el aire viciado del interior. El promedio es de 2,9 minutos.

14. Colocar el medidor de gases para medir constantemente la cantidad de gases del EC es imprescindible y necesario. En esto se invierte una media de 2 minutos.
15. El uso de una escalera para subir y bajar al interior conlleva una media de unos 3 minutos.
16. La colocación del trípode es una de las más precisas, puesto que en caso de tener que rescatar a un trabajador el trípode tiene que ofrecer la mayor seguridad posible. En esta tarea se invierte unos 3,8 minutos de media.
17. El acceso al interior del EC conlleva una media de 2 minutos de tiempo.
18. Una vez realizado el trabajo en el EC, será necesario recoger todos los elementos y dispositivos que se han utilizado y habrá que volverlos a llevar al lugar donde se depositan para volver a estar disponibles en otra ocasión que se vuelva a repetir esta tarea. En esta labor se invierte junto con la carga inicial de todos los elementos el mayor número tiempo, siendo de unos 9,6 minutos de media.
19. Una vez llegado al punto de partida, será necesario dejar en carga el medidor de gases, descargar y volver a cargar los equipos que inicialmente fueron desalojados del vehículo que se iba a utilizar, siendo necesario otros 2,2 minutos de media.

Analizando todos y cada uno de los tiempos empleados, vemos que en total se necesitan unos 80 minutos en preparar los equipos para realizar el trabajo. Con la ayuda del equipo compacto no sería necesario invertir esta elevada cantidad de tiempo, es decir, se ahorraría prácticamente el tiempo de carga y descarga

Según se mencionó en el capítulo Metodología, el conocer el contexto, evaluar y analizar los datos perseguidos en la investigación han sido parte de una misma meta cuyo éxito se mide, en primer lugar, en términos de los progresos producidos en cuanto a información de los datos obtenidos y de la mejor conciencia o el mayor compromiso de sus protagonistas a la hora de la realización de los distintos trabajos y,

en segundo lugar, en términos de un mejor conocimiento de la realidad, de cómo se realizan actualmente dichas tareas laborales.

Precisamente, uno de los principales objetos de esta investigación ha sido el conocer el desarrollo y la durabilidad empleada en la preparación de lo necesario antes de acceder a los EECC y cómo se han llevado a cabo los trabajos físicos, adentrándonos en el equipo de trabajo y viendo cómo se ha ido construyendo el perfil profesional del operario especialista en trabajos en este argot profesional.

5.3. SITUACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS COMPETITIVAS

5.3.1. Introducción

Se conoce que el mayor problema de los rescates en España es la falta de coordinación de las diferentes unidades: Guardia Civil, 112, Bomberos, empresas privadas, Cruz Roja. Existen diversos grupos que se encargan de gestionar un rescate dependiendo del lugar del siniestro.

Por poner un ejemplo, en el País Vasco las tareas de rescate en montaña están encomendadas a la Ertzaintza (policía autónoma vasca), mientras en otros puntos de España esta tarea recae en el Equipo de Rescate e Intervención en Montaña de la Guardia Civil (EREIM). Pero no debemos olvidar que también pueden actuar bomberos (Cataluña), otros organismos comunitarios (CEISPA en Asturias en colaboración con el EREIM) o incluso grupos de voluntarios (Cruz Roja, DYA, voluntarios de Protección Civil, etc.).

El número de teléfono 112 está establecido como un número único de asistencia al ciudadano ante cualquier tipo de emergencia (sanitaria, de extinción de incendios y salvamento o seguridad ciudadana) en la Unión Europea. Es una numeración gratuita, y prefijada. Los teléfonos móviles pueden llamar al 112 siempre que haya cobertura

GSM de algún operador, sea éste o no quien presta el servicio al llamante, porque todas las redes atienden este tipo de llamadas gratuitamente. La red sanitaria pública para la atención urgente, incluida la domiciliaria, consiste en centros de salud y consultorios locales durante su horario habitual, dispositivos específicos extra-hospitalarios (tipo Servicios de Urgencias de Atención Primaria) y los centros coordinadores de urgencias y emergencias (061 y 112).

El 061 es el número de teléfono y, por extensión, la denominación del propio Servicio de Urgencias y Emergencias Sanitarias en varias comunidades autónomas de España. Con la implantación del 112 como teléfono único de emergencias en la Unión Europea, son varias las comunidades que han integrado su 061 en el centro 112, manteniendo las gerencias del servicio de emergencias médicas pre-hospitalarias con la misma estructura, pero cambiando el número de activación al 112. En otras regiones, se mantienen separadas ambas centrales, por lo que el 112 deriva al 061 aquellas llamadas de emergencias que les competen (asistencia médica). En algunos casos la denominación del servicio se ha mantenido a pesar del cambio de número de teléfono, aunque en otros se ha cambiado el nombre (el antiguo 061 Madrid ahora se llama Servicio de Urgencias Médicas de Madrid SUMMA 112).

En España, la innovación ha ido asociada a los servicios de urgencias extra-hospitalarios, aún antes que se iniciara su implantación. Así, en la década de los 80, en España se introdujo el concepto de Sistema Integral de Urgencias, concepto que incluía aspectos absolutamente novedosos en el panorama sanitario de aquel momento como la continuidad entre los diferentes eslabones asistenciales con el uso de protocolos comunes o la estructuración de la respuesta a partir del nivel de gravedad y de las características del proceso clínico que motivaba la demanda. Los SSEEMM (Servicios de Emergencias y de Urgencias Médicas Extra-hospitalarias) son un elemento básico de nuestro sistema sanitario y sus prestaciones son consideradas imprescindibles por la población y por los profesionales.

Para la implantación de estos sistemas, se contemplaba la necesidad de desarrollar elementos innovadores, algunos de ellos aún hoy, 30 años más tarde, merecen este calificativo. Los más importantes eran:

1. La introducción de Call Center, como centros de coordinación e información de urgencias y la aplicación de las nuevas tecnologías de comunicación.
2. La reordenación de las prestaciones mediante la categorización de los centros por sus capacidades.
3. La formación específica en urgencias y emergencias de los diferentes profesionales implicados en la cadena de socorro.
4. La acreditación de profesionales y centros.
5. El análisis de resultados y el control de calidad.
6. La participación de los usuarios en el sistema.
7. La educación sanitaria de la población como un elemento de la respuesta sanitaria.
8. La integración operativa con servicios no sanitarios para efectuar algunas prestaciones.

5.3.2. Tecnologías concurrentes

El Estado pone al servicio de los ciudadanos equipos de rescate y emergencia que constituyen la concurrencia más directa a este equipo compacto. Aunque se refiere a un tipo de acciones restringidas a EECC, supone una tecnología concurrente con los medios establecidos (Figura 166). Junto a las instituciones civiles que en España intervienen tanto en el ámbito terrestre como marítimo y aéreo (bomberos, salvamento, emergencias, urgencias, etc.) cuentan además con el apoyo y colaboración de los cuerpos de Seguridad del Estado (Ertzaintza, Policía, Guardia Civil) así como los Cuerpos Rescate dependientes del ejército entre los que se encuentran: UME SEREIM, así como las instituciones humanitarias o sin ánimo de lucro como Cruz Roja, DYA o Protección Civil.



Figura 166: Concurrencia con los medios establecidos

Fuente: Empresa Univalue

- **Salvamento Marítimo** tiene 21 centros de Coordinación en toda la costa española para cubrir 1,5 millones de km². Los 21 centros coordinaron el rescate, asistencia o búsqueda de 11.917 personas, lo que supone una media de 33 al día, en las 5.067 emergencias marítimas atendidas en toda España durante 2012.
- **La Unidad Militar de Emergencias (UME)** es una fuerza conjunta, organizada con carácter permanente, que tiene como misión la intervención en cualquier lugar del territorio nacional, para contribuir a la seguridad y bienestar de los ciudadanos, junto con las instituciones del Estado y las Administraciones Públicas, en los supuestos de grave riesgo, catástrofe, calamidad u otras necesidades públicas, conforme a lo establecido en la Ley Orgánica 5/2005, de 17 de noviembre, de la Defensa Nacional y el resto de la legislación vigente. Creada por acuerdo del Consejo de Ministros, de 7 de octubre de 2005, nace para mejorar la respuesta del Estado a las emergencias, convirtiéndose en la

unidad de primera intervención de las Fuerzas Armadas en estas situaciones.

- **Sección de Rescate e Intervención en Montaña** (originariamente Sección Rural Especial de Intervención en Montaña), o SEREIM por sus siglas, es una unidad de la Guardia Civil en España para el rescate de montañeros y espeleólogos. También colabora en la realización de labores de Policía Judicial en lugares de altitud y difícil acceso.
- **Cruz Roja.** Es una institución humanitaria, de carácter voluntario y de interés público, que desarrolla su actividad bajo la protección del Gobierno de España y el Alto Patronazgo de los Reyes de España. La Cruz Roja Española tiene una estructura federal, compuesta por Asambleas Locales, Comarcales, Autonómicas y una Central (Estatal). Se organizó en 1864 bajo los auspicios de la Orden hospitalaria de San Juan de Jerusalén, siendo declarada "Sociedad de Utilidad Pública". Desde entonces, los distintos gobiernos de la nación han estado representados de una forma u otra en el seno de Cruz Roja, aunque esto no ha impedido que actúe siempre bajo los Principios que inspiran a la Institución. Al mismo tiempo, a través de la Cruz Roja del Mar se iniciaron las tareas de socorro en el mar y en aguas interiores y el salvamento de náufragos, que se convertiría en uno de los servicios más conocidos y valorados por la opinión pública. En la historia reciente cabe mencionar su intervención durante los atentados del 11-M en Madrid, movilizando a casi 900 voluntarios entre médicos, forenses, enfermeras, psicólogos y coordinando una extensa red de donación de sangre y atención telefónica.
- **La DYA (Detente Y Ayuda)** es, como indican sus propios estatutos, una asociación sin ánimo de lucro que lleva desde 1966 respondiendo "¡Ahora mismos vamos!" a todas las llamadas de auxilio. Fue creada en Vizcaya (País Vasco) en 1966 por el Dr. Juan Antonio Usparitza Lecumberri. Actualmente, opera en buena parte de España y en la Isla de Negros y Panay (Filipinas). Entre sus áreas de trabajo está el GER, Grupo Especial de Rescate.

- **La Protección Civil** es un Servicio Público cuyo objetivo es prevenir las situaciones de grave riesgo colectivo o catástrofes, proteger a las personas y los bienes cuando dichas situaciones se producen, así como contribuir a la rehabilitación y reconstrucción de las áreas afectadas. Son organismos locales formados en exclusiva por voluntarios y supervisados por personal del Ayuntamiento, normalmente técnicos de Protección Civil.

Todas estas organizaciones serán potenciales usuarios del equipo compacto para la optimización de trabajos y la minimización de riesgos en el interior de EECC.

5.3.3. Tecnologías innovadoras

Además de los equipos convencionales de rescate, la tecnología evoluciona hacia la sustitución de las personas en los rescates con alto riesgo para la vida humana (zonas radioactivas, minadas, etc.) por humanoides o robots capaces de afrontar rescates peligrosos terrestres, subterráneos o marinos. Los humanoides con autonomía supervisada podrán ser utilizados en rescates, introducirse en terrenos de difícil acceso y asistir en desastres naturales y otras operaciones.

5.3.4. Tecnologías conectivas

En este apartado, estarían todas las tecnologías que contribuyen a una mejor comunicación con las unidades de salvamentos, materiales de protección de los equipos de los rescatadores, nano materiales, etc.

Las comunicaciones son de gran importancia en cualquier actividad subterránea. En el caso de rescates en cavidades naturales o artificiales (túneles, minas), las comunicaciones se convierten en imprescindibles para la correcta coordinación de los diferentes equipos de rescate. En la actualidad, se utilizan tres diferentes tecnologías para las comunicaciones bajo tierra: telefonía convencional de dos hilos, telefonía de

un hilo con retorno por tierra y radio. Las grandes ventajas que aporta la radiocomunicación son el bajo peso de los equipos, un tiempo de instalación despreciable y el hecho de que el equipo de exploración o en punta puede comunicar sin conocer el destino “a priori”. Al igual que en actividades de radiolocalización, para poder traspasar la roca se debe trabajar en bandas de baja (LF) o muy baja frecuencia (VLF). Dentro del campo de las comunicaciones subterráneas, el GTE (Grupo de Tecnologías en Entornos hostiles) ha desarrollado la tecnología necesaria para establecer comunicaciones de datos a través de la roca.

5.3.5. Análisis DAFO

En este punto, se recogen los Aspectos Internos (Fortalezas y Debilidades) y los Aspectos Externos (Oportunidades y Amenazas) que afectan o afectarían al “Diseño del equipo compacto para la optimización de trabajos y la minimización de riesgos en el interior de EECC” de cara a una posible transferencia al Mercado. Por medio de un mejor conocimiento de estos aspectos es como se podría sostener el posicionamiento de Valorización respecto a la probabilidad de éxito de las operaciones de transferencia que se puedan plantear.

5.3.5.1. Aspectos Internos

El análisis interno se realiza desde dentro de la creación de la Tecnología y debe destacar los aspectos más importantes referentes a las **Fortalezas** y **Debilidades** de la misma.

Fortalezas:

Se trata de resaltar las capacidades, recursos y puntos fuertes que se pueden generar y aprovechar con la presente Tecnología. Son ejemplos de FORTALEZAS, las siguientes:

- **Contribuye a preservar la eficacia y seguridad en actuaciones en EECC.** Tal y como se ha mencionado con anterioridad, preserva el bien más preciado: la vida humana. Según el Informe de Siniestralidad Laboral para el periodo Enero-Dic 2012 del Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo, “El índice de incidencia de los accidentes de trabajo totales baja un -18,7% y destaca el importante descenso en los índices de incidencia de los accidentes de trabajo leves (-18,8%), graves (-13,6%) y mortales (-13,2%). Según FREMAP, el 85 % de estos accidentes podrían ser evitados si el trabajador estuviese informado sobre los riesgos existentes en los trabajos de EECC.
- **Reducción de riesgos en vidas humanas.** Esta fortaleza se da gracias a las ventajas que ofrece la presente innovación que pretende minimizar la siniestralidad laboral de los trabajadores con un equipo compacto desarrollado específicamente para cumplir con las necesidades específicas de operar en estos entornos muy peligrosos. En ocasiones, los EPI no siempre suelen ser suficientes ni estar a punto para ser utilizados. Antes de su uso, hay que comprobar el estado en el que se encuentran y, dependiendo de su dimensión, trasladarlos y descargarlos en el punto requerido. Para minimizar el impacto de esta situación, se ha diseñado un equipo innovador y compacto para velar por la seguridad de los operarios durante todo el trascurso del trabajo, e incluso en el caso de tener que proceder a rescatar un trabajador, pudiendo facilitar mejorar los procedimientos de trabajo en el interior de los EECC. Un 60% de las muertes ocurren durante el auxilio inmediato a las primeras víctimas, lo que se pretende evitar mediante el uso de este equipo compacto al mejorarse notablemente las condiciones de acceso para rescate de operarios.
- **Ahorro costes.** Reducir incidentes y accidentes garantiza una reducción de costes además del hecho de proporcionar un equipo integrado lista para operar en cualquier circunstancia equipado con lo mejor que las nuevas tecnologías pueden proporcionar en una sola unidad. El número total de accidentes de

trabajo desciende a 462.060 en 2012.

- **Mejora procedimiento y rendimientos.** Este Modelo de Utilidad permite la disposición de tal variedad de equipos, que una vez combinados ofrecen un rendimiento máximo a la resolución de este tipo de eventos críticos.

Debilidades:

Son los aspectos internos que limitan o reducen la capacidad de desarrollo efectivo con respecto a la citada Tecnología. Son las siguientes:

- **Fácilmente reproducible.** Al no aportar una innovación tecnológica excesivamente compleja, la confiere una mayor vulnerabilidad para ser reproducida sin grandes barreras y por medios legales.
- **Escasas barreras tecnológicas a la incorporación de nuevos competidores.** El hecho de constituir una dotación de material conjunta integrada por elementos comerciales existentes en el mercado limita las posibilidades de contener la pronta llegada de nuevos competidores. Por ello, la empresa que explote este Modelo de Utilidad, tendrá que considerar una estrategia de ciclo de vida medio del producto, que deberá evolucionar conforme a la aparición de rivales en el mismo nicho de mercado.
- **Indefensión frente a modificaciones restrictivas legales** así como las imposiciones derivadas de la **exigencia de homologación** del equipo de Salvamento así como de cada uno de los dispositivos integrantes.
- **Necesidad de disponer de personal con gran formación polivalente,** con el fin de reducir el impacto en el número de operarios requeridos para su manejo.

5.3.5.2. Aspectos EXTERNOS

El análisis externo se realiza con el enfoque puesto fuera de la organización que ha creado la Tecnología, y debe destacar los aspectos más importantes referentes a las **Amenazas y Oportunidades** de la misma.

Todos aquellos factores del mercado que pueden permitir el aprovechamiento de nuestras ventajas competitivas. Las fortalezas generan oportunidades de negocio y éstas consolidan más ventajas competitivas, que proporcionan mayores cuotas de mercado. Este es el círculo de crecimiento necesario identificar para el éxito del negocio y su rentabilidad.

Oportunidades:

Todos aquellos factores del mercado que pueden permitir el aprovechamiento de nuestras ventajas competitivas. Las fortalezas generan oportunidades de negocio y éstas consolidan más ventajas competitivas que proporcionan mayores cuotas de mercado. Este es el círculo de crecimiento necesario identificar para el éxito del negocio y su rentabilidad. Se presentan entre otras:

- **Presenta una oferta con mayores prestaciones, lo que supone llegar a un mayor grupo de clientes**, cubriendo necesidades perentorias: empresas del Sector Minería, Agua, Química, de la Administración central, autonómica y local, Cuerpos y Fuerzas de Seguridad del Estado; otros Equipos de emergencias. Según las estadísticas del Ministerio, el año pasado tuvieron lugar un total de 1.813 accidentes en el sector de la extracción de carbón, de los cuales 1.801 fueron leves, 11 graves y uno mortal. Durante los últimos años, empresas mineras como HUNOSA han incrementado sus inversiones en seguridad y en formación de personal. Así, por ejemplo, en 2011, la compañía invirtió en formación el 4,1 por ciento de la masa salarial bruta de la empresa y realizó un total de 109.490 horas de cursos, la mayoría en el centro de formación situado en Modesta, en Sama. Desde la Sociedad Estatal de Participaciones Industriales (SEPI), se destaca que «por la propia actividad de HUNOSA, la prevención de

riesgos laborales constituye una pieza clave y una dedicación permanente para la compañía, para lo que cuenta con un Sistema Integrado de Prevención de Riesgos Laborales, dispone de un Plan de Prevención de Riesgos y un Manual del Servicio de Prevención según los criterios de la Norma OHSAS 18001».

- **Atención a nuevos mercados.** Abriendo la posibilidad de un **dispositivo exportable** que satisfaga nuevas demandas de los clientes.

Se calcula que el sector minero y de metales tuvo a nivel mundial un crecimiento de 2,6 por ciento durante 2010, pasando de 1.661.000 millones de dólares a 2.119.000. Se calcula que sólo para 2011 el sector creció un 13 por ciento, semejante al año pasado.

De acuerdo con el ranking del grupo BEHRE DOLBEAR, en el mundo, los países más atractivos para proyectos de exploración son: Canadá, Australia, Estados Unidos, Chile, México y Brasil.

El caso de la empresa EMERGENCIA 2000 S.A. es líder en los sectores de seguridad y emergencia, dedicada a la fabricación, distribución y comercialización de ambulancias, equipos para primeros auxilios, medicina de emergencia, enseñanza sanitaria y señalización óptico-acústica. Posee plantas y filiales en Europa, América y Sudeste Asiático, así como socios estratégicos en el resto del mundo. Con un porcentaje de exportación estimado en los últimos años del 35–45 % sobre su facturación, sus productos y ambulancias están presentes en más de 120 países.

Amenazas

Son fuerzas del entorno que impiden el desarrollo estratégico, aumentando los riesgos de fracaso. Además, en muchas ocasiones agravan las Debilidades internas que, si no son corregidas a tiempo, acaban por aumentarlas. Son las siguientes:

- Vulnerabilidad frente al ciclo económico actual. Debido a un recorte en los presupuestos destinados a Sanidad Pública, uno de los grandes sectores

objetivo de la presente innovación, puede suponer un crecimiento lento en la demanda al paliar estas necesidades con los operativos existentes (Figura 167).

- Disposiciones legales y homologación exigible (así como el preceptivo permiso para actuar en ciertas circunstancias). El derecho a la salud es un derecho humano fundamental consagrado por la Constitución Española por la mayoría de los tratados de las Naciones Unidas y por el Tratado que establece una Constitución para Europa. Al regular este derecho fundamental intervienen numerosas disposiciones legales muchas de las cuales poseen un marcado carácter restrictivo.

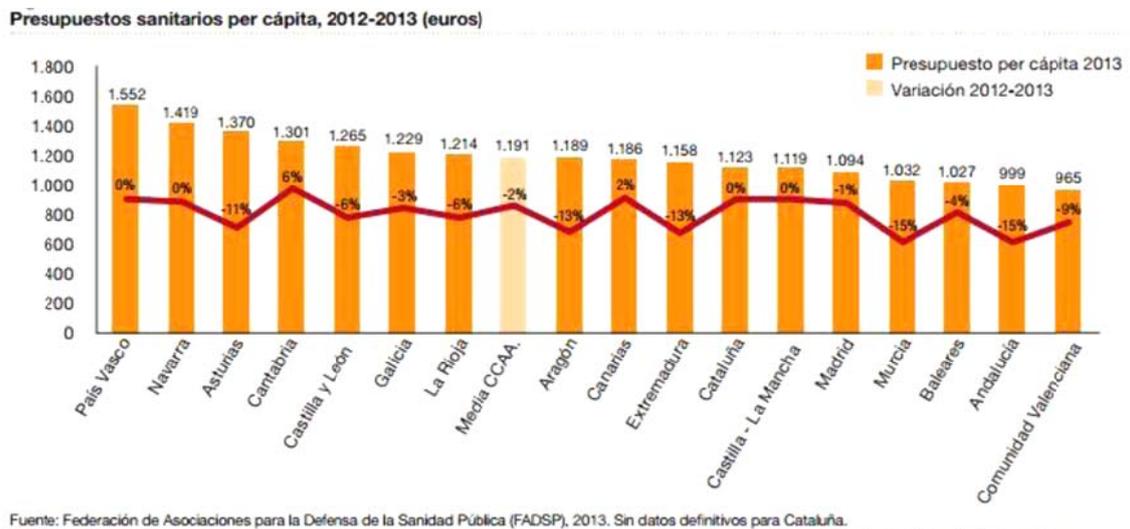


Figura 167: Presupuestos sanitarios per cápita, 2012-2013 (euros)

Fuente: Empresa Univalue

- **Mercado en constante evolución.** Entrada de nuevos competidores con menores costes. A modo resumen, se presenta el siguiente cuadro del Análisis DAFO desde el punto de vista comercial para el “Equipo compacto para la optimización de trabajos y la minimización de riesgos en el interior de EECC” (Figura 168).



Figura 168: Análisis DAFO del equipo compacto

Fuente: Empresa Univalue

5.3.6. Enfoque de mercado

En el enfoque de mercado de este equipo compacto puede estar en unos usuarios finales englobados tanto en sector público y privado que se nombran a continuación. Es interesante completar ciertos detalles previos a los contactos comerciales con clientes target. Como Sectores utilizadores del equipo pueden englobarse 3 finalidades concretas:

1. **Sector Ciclo integral Agua** (empresas privadas o públicas destinadas al saneamiento y depuración de aguas residuales y no residuales).
2. **Limpieza y manteniendo de instalaciones** (ingenierías, empresas del sector petrolífero, minero, buques, tanques,...).
3. **Salvamento y Rescates especiales EECC** (Empresas tanto de capital público como privado que precisen o destinen a los servicios de recate, asistencia y emergencia en situaciones de riesgo).

Se ha de tener en cuenta que los clientes objetivos para la transferencia del equipo compacto son las empresas que puedan estar interesados en fabricar y/o ensamblar el equipo objeto del presente diseño.

Para que las empresas fabricantes mencionadas tengan interés en este equipo compacto, deberán estar muy bien relacionadas con los clientes finales capaces de adquirir los equipos integrantes de cada unidad del equipo compacto. Serían estas empresas, las encargadas de la homologación y explotación comercial de la invención.

5.3.6.1. Mapa de aplicaciones tecnológicas

Se describen las aplicaciones que pueden derivarse de la Patente bajo análisis. En este caso, fundamentalmente, se contemplan 3 aplicaciones:

- **Sector ciclo integral del agua**, más concretamente saneamiento y depuración de aguas residuales. La depuración de aguas en España generó durante el año 2012 un volumen de negocio de 1.100 millones de euros. Esta cifra supone un aumento de un 3,8% respecto a las cifras del año anterior, según las conclusiones del estudio Informe Especial, realizado por DBK de marzo de 2013.

Los grandes grupos privados con actividad en el ciclo integral del agua tienden a ganar cuota en el mercado de depuración, en un contexto de creciente externalización del servicio por parte de la Administración pública. El 39% de la población española es abastecida de agua por empresas públicas, el 36% por empresas privadas, el 13% por empresas mixtas y el 8% directamente a través de las propias corporaciones locales. La gestión de agua realizada por corporaciones locales pasa del 7% al 8% (Figura 169).



Figura 169: Régimen de gestión de agua en España

Fuente: Empresa Univalve

España es uno de los diez grandes mercados de suministro de agua del mundo. Las empresas asociadas en la Asociación Española de Empresas Gestoras de los servicios de Aguas (AGA) se están expandiendo internacionalmente, pudiéndose decir que las empresas españolas del agua están entre las mejores del mundo para el suministro de agua y son capaces, por su competitividad, de resultar adjudicatarias de importantes concursos a nivel global. Más de la mitad de esa actividad internacional se desarrolla en América, con casi un 20% en África y Australia.

- **Limpieza y mantenimiento de instalaciones subterráneas, fluidos y/o gases:** (Petroleras, Minería, Buques, Tanques, transportes Especiales, etc.) Minería: El año pasado, las regalías de la minería aumentaron en Australia, Chile, Perú, Sudáfrica, Ghana, Tanzania y Burkina Faso, mientras que se introdujeron nuevos derechos de explotación en India, Kazajstán y Rusia. En Indonesia, el país exportador más grande del mundo de carbón térmico transportado por mar, las empresas mineras están obligadas a ayudar al país a cumplir sus compromisos energéticos antes de poder acceder a los lucrativos mercados de exportación asiáticos.
- **Equipos de salvamento y rescate en EECC.** Todos los agentes que intervengan en dicho proceso podrán beneficiarse de este Equipo de Salvamento protegido

mediante Modelo de Utilidad, empresas tanto de capital público como privado que precisen o destinen a los servicios de recate, asistencia y emergencia en situaciones de riesgo que deseen completar su oferta de servicios o sustituir sus equipos por esta innovación que ofrece ventajas que redundan en beneficio de un mejor servicio y una mayor seguridad y garantía para la vida de los trabajadores que operan en Espacios Confinados.

5.3.6.2. Descripción de la cadena de valor

Se analiza de la situación del mercado y su valor atractivo para posibles inversores utilizando la “Matriz de INNOVACION vs ATRACTIVIDAD DEL MERCADO. La Matriz muestra una situación del producto objeto del diseño posicionado con bastante incertidumbre de desarrollo de mercado respecto a las soluciones comerciales existentes. Su evolución en el mercado potencial vendrá determinada por la novedad tecnológica que el propio “Equipo de Salvamento” vaya desarrollando a lo largo de su ciclo de vida en función además de la protección del Modelo de Utilidad, fabricación a costes competitivos y su entrada en el difícil camino de la distribución de equipos dentro del sector Prevención-Protección-Intervención (Figura 170).

En la citada Matriz, destacan por su posicionamiento la siguiente concurrente (Figura 170):



Recoge los: **1 – Equipos de Emergencia Salvamento Aéreo; 2 - Ambulancia, 3 - Salvamento Marítimo**



En este segmento se han querido representar los **Equipos de Rescate convencionales** de gran éxito en España y en el mundo.



Se mencionan los siguientes: **1- Robot acuático de rescate con sentido del tacto, 2 - Vehículos Anfibios de IVECO.**



Destacando: **1 - El robot BEAR (siglas para Battlefield Extraction Assist Robot), 2 - Capsulas para Rescate minero "Fénix" 5/8/2010 Chile. 3 - Sistema de rescate para submarinos R-35 URF de Kockums.**



Es la Patente de **"Equipo de Salvamento"** Ref. PI-02-151-2013 con un mayor % de cuota de mercado cuando se disponga del Producto en Prioridad 1.



Figura 170: Matriz de Oportunidad del equipo compacto

Fuente: Empresa Univalue

Tras un completo estudio de mercado, se estima que las posibilidades de comercialización con mayores posibilidades de éxito en la Cadena de Valor del equipo compacto para la optimización de trabajos y la minimización de riesgos en el interior de espacios confinados EECC, son las siguientes (Figura 171):

1. Licencia del Modelo de Utilidad a una Empresa de Fabricación y Ensamblaje del **equipo compacto**, para su comercialización como unidad compacta, con todo el equipamiento mencionado. Se buscaría una firma con sinergias en equipos de sectores similares.
2. Transferencia de la Licencia a una gran Empresa interesada que disponga de relaciones con talleres asociados que lo fabriquen en su nombre.

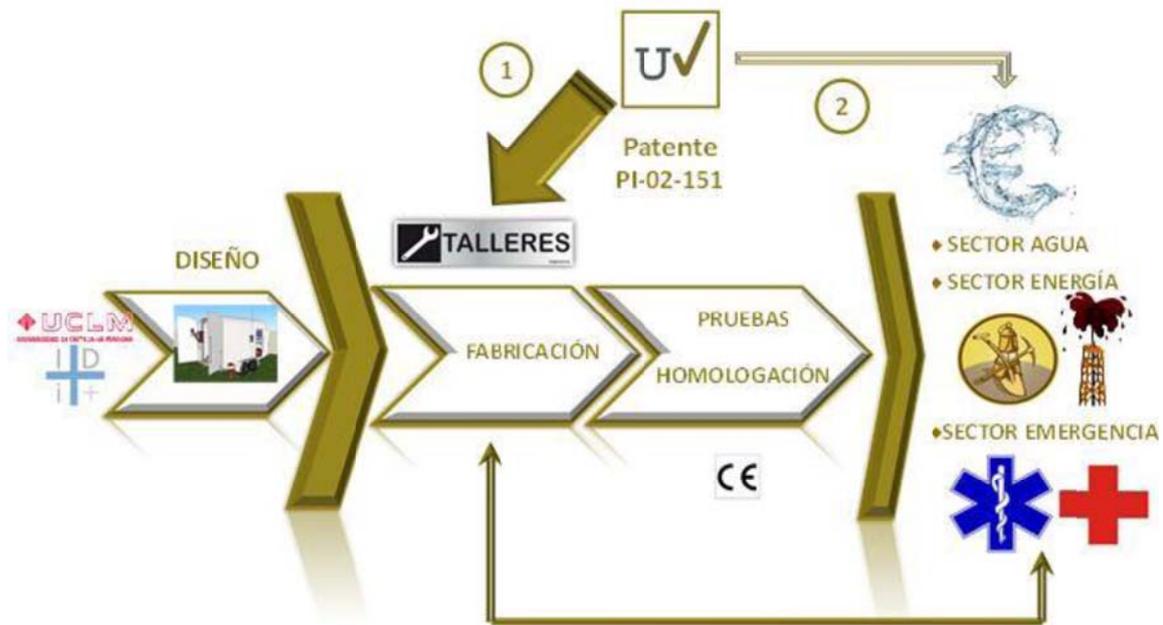


Figura 171: Cadena de valor del equipo compacto

Fuente: Empresa Univalue

5.3.6.3. Identificación de los clientes potenciales

En el mercado laboral, existe un listado de empresas que pueden ser clientes potenciales dentro de los Sectores de aplicación de dicha Tecnología. No contiene todos los posibles Clientes, sino aquellas Firmas en las que en una primera fase de comercialización se han identificado como posibles objetivos para poner a disposición de comercialización el equipo compacto.

- Sector Agua
- Equipos de Emergencia y Rescate
- Ingeniería (Mantenimientos, Petrolíferas, Minería)

CONCLUSIONES

6. CONCLUSIONES

El motivo principal por el que se accede a los EECC es el de efectuar trabajos de reparación, limpieza, construcción, pintura e inspección, sin olvidar otro importantísimo como es el de realizar operaciones de rescate en su interior, situaciones que se evitarían en su mayoría de contar con un equipo adecuado y, en caso de ser necesario, afrontar el rescate oportuno con garantías de éxito.

Tras los resultados derivados de las experiencias de labores de mantenimiento en EECC, no da lugar a discusión el establecer las fases de trabajo y los puntos clave de seguridad que deberán seguirse escrupulosamente para llevarlas a cabo.

Dentro de la categorización de esta investigación y, una vez acabado el proceso de interpretación de los datos, tiempos, entrevistas, fotografías y vídeos analizados e identificados en cada uno de las distintas fases de preparación, se ha podido llegar a una serie de conclusiones que se exponen a continuación.

Al amparo de lo que, inicialmente, fue indicado por los distintos trabajadores a los que se entrevistaron, se ha podido comprobar que la durabilidad en la realización de un trabajo en el interior de un EC va siempre acompañado, de manera colateral, en mayor o menor medida, de una importante cantidad de tiempo que se podría optimizar si se cambiasen algunos hábitos o incluso si se mejorasen algunos procedimientos actuales, antes y después de acceder a EECC, motivación de esta Tesis. Se puede decir que han sido tres las metas perseguidas en esta investigación.

En primer lugar, se ha investigado en conocer realmente cómo se realizan las labores en el interior de EECC, puesto que siempre se ha pensado en cómo se llevan a cabo, o mejor dicho, siempre se ha querido pensar en que se ejecutan como indica el responsable del equipo de trabajo, pero se ha podido comprobar que no siempre es así. En segundo lugar, se ha buscado siempre una mejoría en cuanto a la seguridad y ergonomía de los trabajadores que se encuentran tanto en el interior como en el

exterior del EC. Y, en tercer lugar, se han perseguido unas mejoras que interesan tanto al empresario como al trabajador que desempeña esta ardua y peligrosa tarea. Es decir, si se disminuye el tiempo de preparación y recogida de todos los equipos necesarios y si se disminuye el tiempo de estancia en el interior de los EECC, son todas las partes afectadas las beneficiarias de dichas mejoras. Si esto es así, repercutirá en la calidad de los trabajos a realizar disminuyendo los tiempos de exposición a riesgos en los EECC y optimizando la seguridad y ergonomía de dichas tareas.

Tras la experiencia de labores de mantenimiento y de rescates en EECC, se observa que gran parte de los accidentes que se producen, muchos de ellos mortales por falta de oxígeno, se deben al desconocimiento de los riesgos presentes en estos lugares. Por ello, un 60% de las muertes ocurren durante el auxilio inmediato a las primeras víctimas. Lo que se pretende con el uso del equipo compacto propuesto es evitar accidentes al mejorarse notablemente las condiciones de acceso y rescate de trabajadores. También, gracias al conjunto de los modernos dispositivos de última generación de los que se dota, se intenta que no se dé cabida a este tipo de situaciones, así como mejorar las condiciones de trabajo.

El equipo compacto propuesto para la optimización de trabajos y la minimización de riesgos en el interior de EECC facilita el acceso y ventilación de los dispositivos que acoge en su interior y que se han presentado anteriormente. Estos dispositivos son aparatos existentes en el mercado y adaptados a los fines que persigue este equipo compacto y que no solo evitarán posibles accidentes, sino que también garantizan una mejora ergonómica del puesto de trabajo buscando la comodidad del operario y la mejora de rendimientos. Las operaciones en EECC serán controladas y/o vigiladas desde el exterior, incluso a distancia remota, permitiendo una comunicación continua entre los operarios del interior y del exterior para evitar situaciones de riesgo y, en caso de incidentes, poder intervenir de manera instantánea para rescatarlos y atenderlos en primeros auxilios si fuese necesario.

Los resultados obtenidos en las pruebas realizadas con el conjunto de dispositivos en el trabajo de campo han sido muy satisfactorios. Actualmente, al no existir en el mercado un equipo de similares características, el prototipo está en fase de creación. Este equipo compacto ha sido patentado como modelo de utilidad en la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) con número de publicación de la patente ES1078145 en febrero de 2013. De manera colateral a este reconocimiento, se ha profundizado en la optimización de su diseño, otra de las metas perseguidas en esta Tesis Doctoral y, también, con el objetivo de facilitar su comercialización a Empresas Españolas destinadas a mantenimiento de instalaciones (ingenierías, consultorías, petroleras, minerías, etc.), Grupos profesionales de Equipos de Salvamento (seguridad, Bomberos, Protección Civil, Ejército, Cuerpos y Fuerzas de Seguridad del Estado, autonómicas y locales) y Empresas Sector ciclo integral del agua (saneamiento y depuración de aguas residuales).

REFERENCIAS

7. REFERENCIAS

- [1] **Institut National de Recherche et Securite (I.N.R.S).** Guide Pratique de ventilation, ED-703. Ventilation des espaces confinés. France: Cashiers de Notes Documentaires, 1987, nº 127, 2º trimestre, p.161-169.
- [2] **Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient i Habitatge.** Agència Catalana de l'Aigua. Barcelona: I Jornades Tècniques de Gestió D'Estacions Depuradores D'Aigües Residuals, 2003, p. 228-247. Disponible en World Wide Web: http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/jornadatecnica001/ponencies_jornades_I_AC_A.pdf.
- [3] **Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (I.N.S.H.T).** Nota Técnica de Prevención (NTP)-560. Sistema de gestión preventiva: procedimiento de elaboración de las instrucciones de trabajo. Madrid: INSHT, 2001. Edición actualizada. Código NTP-016. NIPO 211-01-034-3. Disponible en World Wide Web: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_560.pdf.
- [4] **Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (I.N.S.H.T).** Nota Técnica de Prevención (NTP)-562. Permisos de trabajos especiales. Madrid: INSHT, 2001. Edición actualizada. Código NTP-016. NIPO 211-01-034-3. Disponible en World Wide Web: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_562.pdf
- [5] **Hamilton, M.** Working in a Confined Space. Industrial Safety Data File. 11/11/2003, p. 6. Disponible en World Wide Web: http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/jornadatecnica001/18_EspaisConfinatsGerman.pdf
- [6] **Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (I.N.S.H.T).** Nota Técnica de Prevención (NTP)-223. Trabajos en recintos confinados. Madrid: INSHT, 1989. Edición actualizada. Código NTP-006. Disponible en World Wide Web: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_223.pdf.
- [7] **España. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.** Boletín Oficial, del Estado, 10 de noviembre de 1995, núm. 269, p. 32590-32611. Disponible en World Wide Web: http://www.boe.es/aeboe/consultas/bases_datos/doc.php?id=BOE-A-1995-24292.
- [8] **España. Real Decreto 39/1997, de 17 de enero,** por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Boletín Oficial del Estado, de 31 de

enero de 1997, núm. 27, p. 3031-3045. Disponible en World Wide Web:
http://www.boe.es/aeboe/consultas/bases_datos/doc.php?id=BOE-A-1997-1853.

- [9] **Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR)**. Prevención de Riesgos Laborales. Reglas generales para la implantación de un sistema de gestión de la prevención de riesgos laborales (S.G.P.R.L.). UNE 81900 EX. Madrid: AENOR, 1996. Disponible en World Wide Web:
<http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0007236&PDF=>
- [10] **España. UNE EN 14593-2:2005**. Equipos respiratorios de línea de aire comprimido con válvula a demanda. Parte 1: Equipos con máscara completa. Requisitos, ensayos, marcado. Disponible en World Wide Web:
<http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0035060&PDF=Si>
- [11] **España. UNE EN 14593-1:2005**. Equipos respiratorios de línea de aire comprimido con válvula a demanda. Parte 2: Equipos con media máscara de presión positiva, Requisitos, ensayos, marcado. Disponible en World Wide Web:
<http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0035061&PDF=Si>.
- [12] **España. Real Decreto 1407 de 20 de Noviembre donde se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual. (Corrección de erratas BOE 24/2/93)**. (Modificado por: R.D. 159/95, de 3 de febrero BOE 8/3/95, O.M. 16/5/94 BOE 1/6/94 y O.M. 20/2/97 BOE 6/3/97). Boletín Oficial del Estado, 28 de diciembre de 1992, núm. 311, p. 44120-44131. Disponible en World Wide Web:
http://www.boe.es/aeboe/consultas/bases_datos/doc.php?id=BOE-A-1992-28644
- [13] **Industrial Plant Safety Data File**. Hydrogen Sulfide leak at Texas oilfield kills one and injures others. 14/01/2010. Disponible en World Wide Web:
<http://industrialplantsafety.com/hydrogen-sulfide-leak-at-texas-oilfield-kills-one-injures-others.html>.
- [14] **Blog de Seguridad y Protección contra Incendios, laboral y anti hurto**. Dos fallecidos por asfixia en accidente laboral en Alcañiz (Teruel). 22/07/2009. Disponible en World Wide Web: <http://bloganvela.com/2009/07/22/los-trabajadores-fallecidos-en-alcaniz-inhalacion-acido-sulfhidrico/>.
- [15] **El País**. Osalan achaca a graves carencias el accidente que costó la vida a dos empleados en Bionor. 18/10/2007. Disponible en World Wide Web:
http://elpais.com/diario/2007/10/18/paisvasco/1192736406_850215.html.

- [16] **Europa Press.** Dos trabajadores de una depuradora de Dénia resultan heridos graves por un escape de ácido sulfúrico. 27/06/2012. Disponible en World Wide Web: <http://www.europapress.es/comunitat-valenciana/noticia-dos-trabajadores-depuradora-denia-resultan-heridos-graves-escape-acido-sulfurico-20120627144912.html>.
- [17] **España. Real Decreto 486/1997**, de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Boletín Oficial del Estado, 23 de abril de 1997, núm. 97, p. 12918-12926. Disponible en World Wide Web: http://www.boe.es/aeboe/consultas/bases_datos/doc.php?id=BOE-A-1997-8669.
- [18] **España. Real Decreto 773/1997, de 30 de Mayo.** Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización de Equipos de Protección Individual. Boletín Oficial del Estado, 12 de junio de 1997, núm. 140, p. 18000-18017. Disponible en World Wide Web: http://www.boe.es/aeboe/consultas/bases_datos/doc.php?id=BOE-A-1997-12735.
- [19] **España. Equipo de Intervención, Salvamento y Rescate en Espacios Confinados.** DYNA. 0 (DYNA ACELERADO). Vol. DYNA-ACELERADO-0 p.0. Disponible en World Wide Web: <http://dx.doi.org/10.6036/5212>
- [20] **España. Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre.** Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. Boletín Oficial del Estado, 25 de octubre de 1997, núm. 256, p. 30875-30886. Disponible en World Wide Web: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/TextosLegales/RD/1997/1627_97/PDFs/realdecreto16271997de24deoctubreporloqueseestablecend.pdf.
- [21] **España. Directiva 2001/45/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2001**, por la que se modifica la Directiva 89/655/CEE del Consejo relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo (2ª Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE) (Texto pertinente a efectos del EEE) Diario Oficial nº L 195 de 19/07/2001, páginas 0046 a 0049 (4 páginas). Disponible en World Wide Web: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32001L0045:ES:HTML>.
- [22] **España. Dräger.** Como utilizar un equipo de respiración autónoma - ERA. Disponible en World Wide Web: <http://www.youtube.com/watch?v=QHNg1BDgmAY>.
- [23] **España. Dräger.** Equipo de respiración autónoma (ERA) Para su seguridad. Cómo utilizarlo. Disponible en World Wide Web: <http://personales.gestion.unican.es/martinji/archivos/era.pdf>.
- [24] **España. Lestprevent.** Accidentes: Intoxicación de cinco operarios en un túnel de Asturias. 19 enero de 2010. Disponible en World Wide Web:

<http://www.letsprevent.com/2010/01/accidentes-intoxicacion-cinco-operarios-tunel-astur/>

- [25] **España. Lestprevent.** Accidentes: Un herido por inhalación de humos en Asturias. 24-03-2010. Disponible en World Wide Web <http://www.letsprevent.com/2011/03/accidentes-herido-inhalacion-humos-asturias/>
- [26] **Bélgica. YouTube.** Accidente tren en Belgica impresionante incendio vapores tóxicos. 06/02/2013. Disponible en World Wide Web: <http://www.youtube.com/watch?v=kV7gsFpHAmI>
- [27] **España. Finanzas.** Muere un trabajador de 31 años tras inhalar vapores tóxicos de pintura. 25-06-2012. Disponible en World Wide Web: <http://www.finanzas.com/noticias/empleo/20120625/muere-trabajador-inhalar-vapores-1430515.html>
- [28] **España. El_pais.** Accidente de limpieza de tanques en Buenaventura dejó un muerto. 20-02-2013. Disponible en World Wide Web: <http://www.elpais.com.co/elpais/valle/noticias/por-mantenimiento-tanques-habracionamiento-agua-buenaventura>
- [29] **España. La opinion de Murcia.** La víctima de la explosión en Alguazas realizaba una soldadura. 29-09-2011. Disponible en World Wide Web: <http://www.laopiniondemurcia.es/municipios/2011/09/29/victima-explosion-alguazas-realizaba-soldadura/353690.html>
- [30] **España. El Mundo.** Hallan muertos a los seis mineros atrapados tras un desprendimiento por una bolsa de gas metano. 04-08-2012. Disponible en World Wide Web: <http://www.elmundo.es/accesible/america/2012/08/04/mexico/1344050089.html>
- [31] **Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (I.N.S.H.T).** LEY 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. BOE nº 298 13-12-2003. Disponible en World Wide Web: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/TextosLegales/Leyes/2003/54_2003/PDFs/ley542003de12dediciembredereformadelmarconormativodel.pdf
- [32] **Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (I.N.S.H.T).** Nota Técnica de Prevención NTP 791: Planes de emergencia interior en la industria química. Madrid: INSHT, 2009.- 8 p. CDU 614.8. Disponible en World Wide Web: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/786a820/791%20web.pdf>
- [33] **Europa. European Resuscitation Council (ERC) Guidelines for Resuscitation 2005.** 2005. Resuscitation (2005) 67S1, S3-S6.

- [34] **España. Villafaña, Carlos** (2008). *Biomédica: Desde la Perspectiva del Estudiante* (1 edición). Techniciansfriend.com/Lulu.com. pp. 164. ISBN 978-0-615-24158-6. Disponible en World Wide Web: <http://www.tecnicosbiomedicos.com>
- [35] **American Heart Association**, In collaboration with International Liaison Committee on Resuscitation. Guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care: an international consensus on science. *Resuscitation* 2000. 46:3—430.
- [36] **Handley AJ, Monsieurs KG, Bossaert LL**, European Resuscitation Council Guidelines 2000 for Adult Basic Life Support. A statement from the Basic Life Support and Automated External Defibrillation Working Group. *Resuscitation* 2001. 48:199—205.
- [37] **Monsieurs KG, Handley AJ, Bossaert LL**, European Resuscitation Council Guidelines 2000 for Automated External Defibrillation. A statement from the Basic Life Support and Automated External Defibrillation Working Group. *Resuscitation* 2001. 48:207—9.
- [38] **de Latorre F, Nolan J, Robertson C, Chamberlain D, Baskett P**, European Resuscitation Council Guidelines 2000 for Adult Advanced Life Support. A statement from the Advanced Life Support Working Group. *Resuscitation* 2001. 48:201—11.
- [39] **de Latorre F, Nolan J, Robertson C, Chamberlain D, Baskett P**, European Resuscitation Council Guidelines 2000 for Adult Advanced Life Support. A statement from the Advanced Life Support Working Group. *Resuscitation* 2001. 48:211—21.
- [40] **Phillips B, Zideman D, Garcia-Castrillo L, Felix M, Shwarz-Schwierin U**, European Resuscitation Council Guidelines 2000 for Basic Paediatric Life Support. A statement from the Paediatric Life Support Working Group. *Resuscitation* 2001. 48:223—9.
- [41] **Phillips B, Zideman D, Garcia-Castrillo L, Felix M, Shwarz-Schwierin V**, European Resuscitation Council Guidelines 2000 for Advanced Paediatric Life Support. A statement from Paediatric Life Support Working Group. *Resuscitation* 2001. 48:231—4.
- [42] **Phillips B, Zideman D, Wyllie J, Richmond S, van Reempts P**, European Resuscitation Council Guidelines 2000 for Newly Born Life Support. A statement from the Paediatric Life Support Working Group. *Resuscitation* 2001. 48:235—9.

- [43] **Nolan JP, Morley PT, Vanden Hoek TL, Hickey RW.** Therapeutic hypothermia after cardiac arrest. An advisory statement by the Advancement Life support Task Force of the International Liaison committee on Resuscitation. *Resuscitation* 2003. 57:231—5.
- [44] **The Founding Members of the International Liaison Committee on Resuscitation.** The International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR)—— past, present and future. *Resuscitation*. 2005. 67:157—61.
- [45] **Morley P, Zaritsky A.** The evidence evaluation process for the 2005 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment. 67:167— 70.
- [46] **Nolan JP, Hazinski MF, Steen PA, Becker LB.** Controversial topics from the 2005 International Consensus Conference on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with treatment recommendations. *Resuscitation* 2005. 67:175—9.
- [47] **International Liaison Committee on Resuscitation.** 2005 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. *Resuscitation* 2005. 67:157— 341.
- [48] **Murray CJ, Lopez AD.** Mortality by cause for eight regions of the world: global burden of disease study. *Lancet* 1997. 349:1269—76.
- [49] **Sans S, Kesteloot H, Kromhout D.** The burden of cardiovascular diseases mortality in Europe. Task Force of the European Society of Cardiology on Cardiovascular Mortality and Morbidity Statistics in Europe. *Eur Heart J* 1997. 18:1231— 48.
- [50] **Kesteloot H, Sans S, Kromhout D.** Evolution of all-causes and cardiovascular mortality in the age-group 75—84 years in Europe during the period 1970— 1996. a comparison with worldwide changes. *Eur Heart J* 2002. 23:384—98.
- [51] **Fox R.** Trends in cardiovascular mortality in Europe. *Circulation* 1997. 96:3817.
- [52] **Levi F, Lucchini F, Negri E, La Vecchia C.** Trends in mortality from cardiovascular and cerebrovascular diseases in Europe and other areas of the world. *Heart* 2002. 88:119— 24.
- [53] **Zheng ZJ, Croft JB, Giles WH, Mensah GA.** Sudden cardiac death in the United States, 1989. to 1998. *Circulation* 2001. 104:2158—63.
- [54] **Pell JP, Sirel JM, Marsden AK, Ford I, Walker NL, Cobbe SM.** Presentation, management, and outcome of out of hospital cardiopulmonary arrest: comparison by underlying aetiology. *Heart* 2033, 89:839—42.

- [55] **Herlitz J, Bahr J, Fischer M, Kuisma M, Lexow K, Thorgeirsson G.** Resuscitation in Europe: a tale of five European regions. *Resuscitation* 1999. 41:121—31.
- [56] **Hodgetts TJ, Kenward G, Vlackonikolis I, et al.** Incidence, location and reasons for avoidable in-hospital cardiac arrest in a district general hospital. *Resuscitation* 2002. 54:115—23.
- [57] **Skogvoll E, Isern E, Sangolt GK, Gisvold SE.** In-hospital cardiopulmonary resuscitation. 5 years' incidence and survival according to the Utstein template. *Acta Anaesthesiol Scand* 1999. 43:177— 84.
- [58] **The MERIT study investigators.** Introduction of the medical emergency team (MET) system: a cluster-randomised controlled trial. *Lancet*. 2005. 365:2091—7.
- [59] **Langhelle A, Tyvold SS, Lexow K, Hapnes SA, Sunde K, Steen PA.** In-hospital factors associated with improved outcome after out-of-hospital cardiac arrest. A comparison between four regions in Norway. *Resuscitation* 2003. 56:247—63.
- [60] **Langhelle A, Nolan J, Herlitz J, et al.** Recommended guidelines for reviewing, reporting, and conducting research on post-resuscitation care: The Utstein style. *Resuscitation*. 2005. 66:271—83.
- [61] **Perkins GD, Soar J.** In hospital cardiac arrest: missing links in the chain of survival. *Resuscitation* 2005. 66:253—5.
- [62] **Kern KB, Hilwig RW, Berg RA, Ewy GA.** Efficacy of chest compression-only BLS CPR in the presence of an occluded airway. *Resuscitation*. 1998. 39:179—88.
- [63] **Wik L, Kramer-Johansen J, Myklebust H, et al.** Quality of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA*. 2005. 293:299—304.
- [64] **Abella BS, Alvarado JP, Myklebust H, et al.** Quality of cardiopulmonary resuscitation during in- hospital cardiac arrest. *JAMA* 2005. 293:305—10.
- [65] **Abella BS, Sandbo N, Vassilatos P, et al.** Chest compression rates during cardiopulmonary resuscitation are suboptimal: a prospective study during in-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2005. 111:428—34.
- [66] **Valenzuela TD, Kern KB, Clark LL, et al.** Interruptions of chest compressions during emergency medical systems resuscitation. *Circulation* 2005. 112:1259—65.
- [67] **Holmberg M, Holmberg S, Herlitz J.** Effect of bystander cardiopulmonary resuscitation in out-ofhospital cardiac arrest patients in Sweden. *Resuscitation* 2000;47:59— 70.

- [68] **Heilman KM, Muschenheim C.** Primary cutaneous tuberculosis resulting from mouth-to-mouth respiration. *N Engl J Med* 1965;273:1035—6.
- [69] **Christian MD, Loutfy M, McDonald LC, et al.** Possible SARS coronavirus transmission during cardiopulmonary resuscitation. *Emerg Infect Dis* 2004;10:287—93.
- [70] **Cydulka RK, Connor PJ, Myers TF, Pavza G, Parker M.** Prevention of oral bacterial flora transmission by using mouth-to-mask ventilation during CPR. *J Emerg Med* 1991;9:317—21.
- [71] **Blenkharn JI, Buckingham SE, Zideman DA.** Prevention of transmission of infection during mouth-to-mouth resuscitation. *Resuscitation* 1990;19:151—7.
- [72] **Aprahamian C, Thompson BM, Finger WA, Darin JC.** Experimental cervical spine injury model: evaluation of airway management and splinting techniques. *Ann Emerg Med* 1984;13:584—7.
- [73] **Bahr J, Klingler H, Panzer W, Rode H, Kettler D.** Skills of lay people in checking the carotid pulse. *Resuscitation* 1997;35:23—6.
- [74] **Ruppert M, Reith MW, Widmann JH, et al.** Checking for breathing: evaluation of the diagnostic capability of emergency medical services personnel, physicians, medical students, and medical laypersons. *Ann Emerg Med* 1999;34:720—9.
- [75] **Perkins GD, Stephenson B, Hulme J, Monsieurs KG.** Birmingham assessment of breathing study (BABS). *Resuscitation* 2005;64:109—13.
- [76] **Domeier RM, Evans RW, Swor RA, Rivera-Rivera EJ, Frederiksen SM.** Prospective validation of out-of-hospital spinal clearance criteria: a preliminary report. *Acad Emerg Med* 1997;4:643—6.
- [77] **Hauff SR, Rea TD, Culley LL, Kerry F, Becker L, Eisenberg MS.** Factors impeding dispatcher-assisted telephone cardiopulmonary resuscitation. *Ann Emerg Med* 2003;42:731—7.
- [78] **Clark JJ, Larsen MP, Culley LL, Graves JR, Eisenberg MS.** Incidence of agonal respirations in sudden cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 1992;21:1464—7.
- [79] **Kern KB, Hilwig RW, Berg RA, Sanders AB, Ewy GA.** Importance of continuous chest compressions during cardiopulmonary resuscitation: improved outcome during a simulated single lay-rescuer scenario. *Circulation* 2002;105:645—9.
- [80] **Handley JA, Handley AJ.** Four-step CPR—improving skill retention. *Resuscitation* 1998;36:3—8.

- [81] **Ornato JP, Hallagan LF, McMahan SB, Peeples EH, Rostafinski AG.** Attitudes of BCLS instructors about mouth-to-mouth resuscitation during the AIDS epidemic. *Ann Emerg Med* 1990;19:151—6.
- [82] **Brenner BE, Van DC, Cheng D, Lazar EJ.** Determinants of reluctance to perform CPR among residents and applicants: the impact of experience on helping behavior. *Resuscitation*. 1997;35:203—11.
- [83] **Hew P, Brenner B, Kaufman J.** Reluctance of paramedics and emergency medical technicians to perform mouth-to-mouth resuscitation. *J Emerg Med* 1997;15:279—84.
- [84] **Baskett P, Nolan J, Parr M.** Tidal volumes which are perceived to be adequate for resuscitation. *Resuscitation* 1996;31:231—4.
- [85] **Aufderheide TP, Sigurdsson G, Pirralo RG, et al.** Hyperventilation-induced hypotension during cardiopulmonary resuscitation. *Circulation* 2004;109:1960-5.
- [86] **Wenzel V, Idris AH, Banner MJ, Kubilis PS, Williams JLJ.** Influence of tidal volume on the distribution of gas between the lungs and stomach in the nonintubated patient receiving positive pressure ventilation. *Crit Care Med* 1998;26:364—8.
- [87] **Idris A, Gabrielli A, Caruso L.** Smaller tidal volume is safe and effective for bag-valve-ventilation, but not for mouth-to-mouth ventilation: an animal model for basic life support. *Circulation* 1999;100(Suppl. I):I-644.
- [88] **Idris A, Wenzel V, Banner MJ, Melker RJ.** Smaller tidal volumes minimize gastric inflation during CPR with an unprotected airway. *Circulation* 1995;92(Suppl.):I-759.
- [89] **Dorph E, Wik L, Steen PA.** Arterial blood gases with 700 ml tidal volumes during out-of-hospital CPR. *Resuscitation* 2004;61:23—7.
- [90] **Winkler M, Mauritz W, Hackl W, et al.** Effects of half the tidal volume during cardiopulmonary resuscitation on acidbase balance and haemodynamics in pigs. *Eur J Emerg Med* 1998;5:201—6.
- [91] **Eftestol T, Sunde K, Steen PA.** Effects of interrupting precordial compressions on the calculated probability of S22 A.J. Handley et al. defibrillation success during out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2002;105:2270—3.
- [92] **Ruben H.** The immediate treatment of respiratory failure. *Br J Anaesth* 1964;36:542—9.

- [93] **Elam JO.** Bag-valve-mask O₂ ventilation. In: Safar P, Elam JO, editors. *Advances in cardiopulmonary resuscitation: the Wolf Creek Conference on Cardiopulmonary Resuscitation*. New York, NY: Springer-Verlag, Inc.; 1977.p.73—9.
- [94] **Dailey RH.** *The airway: emergency management*. St. Louis, MO: Mosby Year Book; 1992.
- [95] **Paradis NA, Martin GB, Goetting MG, et al.** Simultaneous aortic, jugular bulb, and right atrial pressures during cardiopulmonary resuscitation in humans. Insights into mechanisms. *Circulation* 1989;80:361—8.
- [96] **Wik L, Hansen TB, Fylling F, et al.** Delaying defibrillation to give basic cardiopulmonary resuscitation to patients with out-of-hospital ventricular fibrillation: a randomized trial. *JAMA* 2003;289:1389—95.
- [97] **International Liaison Committee on Resuscitation.** International consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Resuscitation* 2005:67.
- [98] **Handley AJ.** Teaching hand placement for chest compression a simpler technique. *Resuscitation* 2002;53:29—36.
- [99] **Yu T, Weil MH, Tang W, et al.** Adverse outcomes of interrupted precordial compression during automated defibrillation. *Circulation* 2002;106:368—72.
- [100] **Swenson RD, Weaver WD, Niskanen RA, Martin J, Dahlberg S.** Hemodynamics in humans during conventional and experimental methods of cardiopulmonary resuscitation. *Circulation* 1988;78:630—9.
- [101] **Abella BS, Alvarado JP, Myklebust H, et al.** Quality of cardiopulmonary resuscitation during inhospital cardiac arrest. *JAMA* 2005;293:305—10.
- [102] **Wik L, Kramer-Johansen J, Myklebust H, et al.** Quality of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA* 2005;293:299—304.
- [103] **Aufderheide TP, Pirrallo RG, Yannopoulos D, et al.** Incomplete chest wall decompression: a clinical evaluation of CPR performance by EMS personnel and assessment of alternative manual chest compression—decompression techniques. *Resuscitation* 2005;64:353—62.
- [104] **Yannopoulos D, McKnite S, Aufderheide TP, et al.** Effects of incomplete chest wall decompression during cardiopulmonary resuscitation on coronary and cerebral perfusion pressures in a porcine model of cardiac arrest. *Resuscitation* 2005;64:363—72.

- [105] **Ochoa FJ, Ramalle-Gomara E, Carpintero JM, Garcia A, Saralegui I.** Competence of health professionals to check the carotid pulse. *Resuscitation* 1998;37:173—5.
- [106] **Handley AJ, Monsieurs KG, Bossaert LL.** European Resuscitation Council Guidelines 2000 for Adult Basic Life Support. A statement from the Basic Life Support and Automated External Defibrillation Working Group(1) and approved by the Executive Committee of the European Resuscitation Council. *Resuscitation* 2001;48:199—205.
- [107] **Sanders AB, Kern KB, Berg RA, Hilwig RW, Heidenrich J, Ewy GA.** Survival and neurologic outcome after cardiopulmonary resuscitation with four different chest compression-ventilation ratios. *Ann Emerg Med* 2002;40:553—62.
- [108] **Dorph E, Wik L, Stromme TA, Eriksen M, Steen PA.** Quality of CPR with three different ventilation: compression ratios. *Resuscitation* 2003;58:193—201.
- [109] **Dorph E, Wik L, Stromme TA, Eriksen M, Steen PA.** Oxygen delivery and return of spontaneous circulation with ventilation: compression ratio 2:30 versus chest compressions only CPR in pigs. *Resuscitation* 2004;60:309—18.
- [110] **Babbs CF, Kern KB.** Optimum compression to ventilation ratios in CPR under realistic, practical conditions: a physiological and mathematical analysis. *Resuscitation* 2002;54:147—57.
- [111] **Fenici P, Idris AH, Lurie KG, Ursella S, Gabrielli A.** What is the optimal chest compression—ventilation ratio? *Curr Opin Crit Care* 2005;11:204—11.
- [112] **Aufderheide TP, Lurie KG.** Death by hyperventilation: a common and life-threatening problem during cardiopulmonary resuscitation. *Crit Care Med* 2004;32:S345—51.
- [113] **Chandra NC, Gruben KG, Tsitlik JE, et al.** Observations of ventilation during resuscitation in a canine model. *Circulation* 1994;90:3070—5.
- [114] **Becker LB, Berg RA, Pepe PE, et al.** A reappraisal of mouth-to-mouth ventilation during bystander-initiated cardiopulmonary resuscitation. A statement for healthcare professionals from the Ventilation Working Group of the Basic Life Support and Pediatric Life Support Subcommittees, American Heart Association. *Resuscitation* 1997;35:189—201.
- [115] **Berg RA, Kern KB, Hilwig RW, et al.** Assisted ventilation does not improve outcome in a porcine model of singlerescuer bystander cardiopulmonary resuscitation. *Circulation* 1997;95:1635—41.

- [116] **Berg RA, Kern KB, Hilwig RW, Ewy GA.** Assisted ventilation during ‘bystander’ CPR in a swine acute myocardial infarction model does not improve outcome. *Circulation* 1997;96:4364—71.
- [117] **Handley AJ, Handley JA.** Performing chest compressions in a confined space. *Resuscitation* 2004;61:55—61.
- [118] **Perkins GD, Stephenson BT, Smith CM, Gao F.** A comparison between over-the-head and standard cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 2004;61:155—61.
- [119] **Turner S, Turner I, Chapman D, et al.** A comparative study of the 1992 and 1997 recovery positions for use in the UK. *Resuscitation* 1998;39:153—60.
- [120] **Handley AJ.** Recovery position. *Resuscitation* 1993;26:93—5.
- [121] **Anonymous.** Guidelines 2000 for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care international consensus on science. *Resuscitation* 2000;46:1—447.
- [122] **Fingerhut LA, Cox CS, Warner M.** International comparative analysis of injury mortality. Findings from the ICE on injury statistics. International collaborative effort on injury statistics. *Adv Data* 1998;12:1—20.
- [123] **Industry DoTa.** Choking. In: Home and leisure accident report. London: Department of Trade and Industry; 1998, p. 13—4.
- [124] **Industry DoTa.** Choking risks to children. London: Department of Trade and Industry; 1999.
- [125] **International Liaison Committee on Resuscitation.** Part 2. Adult basic life support 2005 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Resuscitation* 2005;67:187—200.
- [126] **Redding JS.** The choking controversy: critique of evidence on the Heimlich maneuver. *Crit Care Med* 1979;7:475—9.
- [127] **Langhelle A, Sunde K, Wik L, Steen PA.** Airway pressure with chest compressions versus Heimlich manoeuvre in recently dead adults with complete airway obstruction. *Resuscitation* 2000;44:105—8.
- [128] **Guildner CW, Williams D, Subitch T.** Airway obstructed by foreign material: the Heimlich maneuver. *JACEP* 1976;5:675—7.

- [129] **Ruben H, Macnaughton FI.** The treatment of food-choking. *Practitioner* 1978;221:725—9.
- [130] **Hartrey R, Bingham RM.** Pharyngeal trauma as a result of blind finger sweeps in the choking child. *J Accid Emerg Med* 1995;12:52—4.
- [131] **Elam JO, Ruben AM, Greene DG.** Resuscitation of drowning victims. *JAMA* 1960;174:13—6.
- [132] **Ruben HM, Elam JO, Ruben AM, Greene DG.** Investigation of upper airway problems in resuscitation. 1. Studies of pharyngeal X-rays and performance by laymen. *Anesthesiology* 1961;22:271—9.
- [133] **Kabbani M, Goodwin SR.** Traumatic epiglottitis following blind finger sweep to remove a pharyngeal foreign body. *Clin Pediatr (Phila)* 1995;34:495—7.
- [134] **Eftestol T, Wik L, Sunde K, Steen PA.** Effects of cardiopulmonary resuscitation on predictors of ventricular fibrillation defibrillation success during out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2004;110:10—5.
- [135] **Jacobs IG, Finn JC, Oxer HF, Jelinek GA.** CPR before defibrillation in out-of-hospital cardiac arrest: a randomized trial. *Emerg Med Australas* 2005;17:39—45.
- [136] **Monsieurs KG, Vogels C, Bossaert LL, Meert P, Calle PA.** A study comparing the usability of fully automatic versus semi-automatic defibrillation by untrained nursing students. *Resuscitation* 2005;64:41—7.
- [137] **The Public Access Defibrillation Trial Investigators.** Public-access defibrillation and survival after out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 2004;351:637— 46.
- [138] **Priori SBL, Chamberlain D, Napolitano C, Arntz HR, Koster R, Monsieurs K, Capucci A, Wellens H.** Policy Statement: ESC-ERC recommendations for the use of AEDs in Europe. *Eur Heart J* 2004;25:437—45.
- [139] **Priori SG, Bossaert LL, Chamberlain DA, et al.** Policy statement: ESC-ERC recommendations for the use of automated external defibrillators (AEDs) in Europe. *Resuscitation* 2004;60:245—52.
- [140] **White RD, Bunch TJ, Hankins DG.** Evolution of a communitywide early defibrillation programme experience over 13 years using police/fire personnel and paramedics as responders. *Resuscitation* 2005;65:279—83.
- [141] **Mosesso Jr VN, Davis EA, Auble TE, Paris PM, Yealy DM.** Use of automated external defibrillators by police officers for treatment of outof-hospital cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 1998;32:200—7.

- [142] **Weisfeldt M, Becker L.** Resuscitation after cardiac arrest. A 3-phase time-sensitive model. *JAMA* 2002;288:3035—8.
- [143] **Groh WJ, Newman MM, Beal PE, Fineberg NS, Zipes DP.** Limited response to cardiac arrest by police equipped with automated external defibrillators: lack of survival benefit in suburban and rural Indiana—the police as responder automated defibrillation evaluation (PARADE). *Acad Emerg Med* 2001;8:324—30.
- [144] **Sayre M, Evans J, White L, Brennan T.** Providing automated external defibrillators to urban police officers in addition to fire department rapid defibrillation program is not effective. *Resuscitation* 2005;66:189—96.
- [145] **Nichol G, Hallstrom AP, Ornato JP, et al.** Potential costeffectiveness of public access defibrillation in the United States. *Circulation* 1998;97:1315—20.
- [146] **Nichol G, Valenzuela T, Roe D, Clark L, Huszti E, Wells GA.** Cost effectiveness of defibrillation by targeted responders in public settings. *Circulation* 2003;108:697—703.
- [147] **Becker L, Eisenberg M, Fahrenbruch C, Cobb L.** Public locations of cardiac arrest: implications for public access defibrillation. *Circulation* 1998;97:2106—9.
- [148] **Becker DE.** Assessment and management of cardiovascular urgencies and emergencies: cognitive and technical considerations. *Anesth Progress* 1988;35:212—7.
- [149] **American Heart Association in collaboration with International Liaison Committee on Resuscitation.** Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care, Part 6: Advanced Cardiovascular Life Support: Section 2: Defibrillation. *Circulation* 2000;102(Suppl.):I90-4.
- [150] **Larsen MP, Eisenberg MS, Cummins RO, Hallstrom AP.** Predicting survival from out-of-hospital cardiac arrest: a graphic model. *Ann Emerg Med* 1993;22:1652—8.
- [151] **Valenzuela TD, Roe DJ, Cretin S, Spaite DW, Larsen MP.** Estimating effectiveness of cardiac arrest interventions: a logistic regression survival model. *Circulation* 1997;96:3308—13.
- [152] **Waalewijn RA, de Vos R, Tijssen JGP, Koster RW.** Survival models for out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation from the perspectives of the bystander, the first responder, and the paramedic. *Resuscitation* 2001;51:113—22.

- [153] **Myerburg RJ, Fenster J, Velez M, et al.** Impact of community-wide police car deployment of automated external defibrillators on survival from out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2002;106:1058—64.
- [154] **Capucci A, Aschieri D, Piepoli MF, Bardy GH, Iconomu E, Arvedi M.** Tripling survival from sudden cardiac arrest via early defibrillation without traditional education in cardiopulmonary resuscitation. *Circulation* 2002;106:1065—70.
- [155] **van Alem AP, Vrenken RH, de Vos R, Tijssen JG, Koster RW.** Use of automated external defibrillator by first responders in out of hospital cardiac arrest: prospective controlled trial. *BMJ* 2003;327:1312.
- [156] **Valenzuela TD, Bjerke HS, Clark LL, et al.** Rapid defibrillation by nontraditional responders: the Casino Project. *Acad Emerg Med* 1998;5:414—5.
- [157] **Swor RA, Jackson RE, Cynar M, et al. Bystander RCP,** ventricular fibrillation, and survival in witnessed, unmonitored out-of-hospital cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 1995;25:780—4.
- [158] **Holmberg M, Holmberg S, Herlitz J.** Effect of bystander cardiopulmonary resuscitation in outof-hospital cardiac arrest patients in Sweden. *Resuscitation* 2000;47:59—70.
- [159] **Wik L, Kramer-Johansen J, Myklebust H, et al.** Quality of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA* 2005;293:299—304.
- [160] **Abella BS, Alvarado JP, Myklebust H, et al.** Quality of cardiopulmonary resuscitation during in-hospital cardiac arrest. *JAMA* 2005;293:305-10.
- [161] **Eftestol T, Sunde K, Steen PA.** Effects of interrupting precordial compressions on the calculated probability of defibrillation success during out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2002;105:2270—3.
- [162] **Bain AC, Swerdlow CD, Love CJ, et al.** Multicenter study of principles-based waveforms for external defibrillation. *Ann Emerg Med* 2001;37:5—12.
- [163] **Poole JE, White RD, Kanz KG, et al.** Lowenergy impedancecompensating biphasic waveforms terminate ventricular fibrillation at high rates in victims of out-of-hospital cardiac arrest. LIFE Investigators. *J Cardiovasc Electrophysiol* 1997;8:1373—85.
- [164] **Schneider T, Martens PR, Paschen H, et al.** Multicenter, randomized, controlled trial of 150-J biphasic shocks compared with 200- to 360-J monophasic shocks in the resuscitation of outof-hospital cardiac arrest victims. Optimized Response to Cardiac Arrest (ORCA) Investigators. *Circulation* 2000;102:1780—7.

- [165] **Rea TD, Shah S, Kudenchuk PJ, Copass MK, Cobb LA.** Automated external defibrillators: to what extent does the algorithm delay RCP? *Ann Emerg Med* 2005;46:132—41.
- [166] **Hess EP, White RD.** Ventricular fibrillation is not provoked by chest compression during post shock organized rhythms in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2005;66:7—11.
- [167] **Joglar JA, Kessler DJ, Welch PJ, et al.** Effects of repeated electrical defibrillations on cardiac troponin I levels. *Am J Cardiol* 1999;83:270—2. A6.
- [168] **van Alem AP, Chapman FW, Lank P, Hart AA, Koster RW.** A prospective, randomised and blinded comparison of first shock success of monophasic and biphasic waveforms in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2003;58:17—24.
- [169] **Carpenter J, Rea TD, Murray JA, Kudenchuk PJ, Eisenberg MS.** Defibrillation waveform and post-shock rhythm in out-of-hospital ventricular fibrillation cardiac arrest. *Resuscitation* 2003;59:189—96.
- [170] **Morrison LJ, Dorian P, Long J, et al.** Out-of-hospital cardiac arrest rectilinear biphasic to monophasic damped sine defibrillation waveforms with advanced life support intervention trial (ORBIT). *Resuscitation* 2005;66:149—57.
- [171] **Kerber RE, Martins JB, Kienzle MG, et al.** Energy, current, and success in defibrillation and cardioversion: clinical studies using an automated impedance-based method of energy adjustment. *Circulation* 1988;77:1038—46.
- [172] **Koster RW, Dorian P, Chapman FW, Schmitt PW, O'Grady SG, Walker RG.** A randomized trial comparing monophasic and biphasic waveform shocks for external cardioversion of auricular fibrillation. *Am Heart J* 2004;147:e20.
- [173] **Remolques Cuni. Remolque delux Fibra** - Modelo TITAN. 18/06/2010. Disponible en World Wide Web: <http://www.remolquescuni.com/spa/item/ART00126.html>
- [174] **Remolques Castillo. Remolque Evolution.** 20/04/2006. Disponible en World Wide Web: <http://www.inducast.com/remolcs.php?id=1>
- [175] **Camac. Elevador eléctrico a cable Minor Millennium.** 10/05/2006. Disponible en World Wide Web: http://www.camacsa.com/index2.asp?web=prods_elevadores3&tipus=htm
- [176] **Ibérica S.A. Tractel eléctrico a cable Minifor TR 30.** 01/08/2004. Disponible en World Wide Web: <http://www.logismarket.es/ip/tractel-iberica-polipasto-con-cable-sintetico-catalogo-general-polipastos-electricos-minifor-503029.pdf>

- [177] **Wisikehr's. Equipos de elevación.** Disponible en World Wide Web: <http://equiposdeeleccion.net/>
- [178] **Dräger. Equipo de aire respirable PAC MAS2000.** 10/09/2011. Disponible en World Wide Web: http://www.draeger.es/media/50/01/50/50015099/ft_pas-mac-1000_es.pdf
- [179] **España. UNE-EN 12021:1999. Equipos de protección respiratoria.** Aire comprimido para equipos de protección respiratoria aislantes. Disponible en World Wide Web: <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0010688&PDF=Si>.
- [180] **Dräger. Mascara FPS 7000 con sistema de comunicación FPS-COM-PLUS.** 02/02/2011. Disponible en World Wide Web: http://www.draeger.es/ES/es/products/personal_protection/communication/cre_fps-com-plus.jsp
- [181] **MSA. Mascara Ultra Elite HG-PF/P5 con comunicación.** 2009. Disponible en World Wide Web: <http://media.msanet.com/www/pdfs/mexico/sar/AirhawkII/0105-156-SP%20TopTen%20AirHawk%20II.pdf>
- [182] **Scott. Mascara con unidad de comunicación en máscara respiratoria.** 01/09/2005. Disponible en World Wide Web: <http://www.directindustry.es/prod/scott-health-safety/unidades-de-comunicacion-para-mascara-respiratoria-32838-633816.html>
- [183] **MAUSA. Ventilador-extractor portátil 300mm.** 01/01/2002. Disponible en World Wide Web: http://www.mausa.es/producto.php?id_producto=28722
- [184] **SEYSU. Ventilador-extractor portátil MV500SL 722313505 de 500mm.** 01/03/2004. Disponible en World Wide Web: <http://seysu.es/construccion/ventilador-extractor-de-aire-mv500sl-722313505/gmx-niv788-con3939.htm>
- [185] **Dräger. Dispositivo de monitorización Dräger X-zone 5000.** 01/10/2011. Disponible en World Wide Web: http://www.draeger.es/ES/es/products/gas_detection/portable/multi/cin_x-zone_5000.jsp
- [186] **Industrial Scientific. Monitor de área transportable de 1 a 5 gases.** 01/02/2009. Disponible en World Wide Web: <http://www.indsci.es/products/area-monitors/bm25/>

- [187] **MSA. Monitor detección de gases Altair Single-Gas Detector.** 01/02/2007. Disponible en World Wide Web: <http://us.msasafety.com/Portable-Gas-Detection/Single-Gas/ALTAIR%26reg%3B-Single-Gas-Detector/p/000080000200001010>
- [188] **Corscience. Corbelt.** Registrador de señales electrocardiográficas del cuerpo. (8 páginas). Disponible en World Wide Web: http://pdf.medicaexpo.com/pdf/corscience/corbelt/68115-78763-_4.html
- [189] **European Committee for Electrotechnical Standardization. EN 60601-1 Medical electrical equipment - part 1:** General requirements for basic safety and essential performance. International Standard to be revised. TC 121/SC 3. ICS:11.040.10. (144 páginas). Disponible en World Wide Web: http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=41986.
- [190] **European Committee for Electrotechnical Standardization.. EN 60601-1-2:2007. Medical electrical equipment - Part 1-2:** General requirements for basic safety and essential performance - Collateral standard: Electromagnetic compatibility - Requirements and tests. International Electrotechnical Commission / 30-Mar-2007 / 243 pages
Disponible en World Wide Web: http://www.cenelec.eu/dyn/www/f?p=104:110:2548932092482323:::FSP_PROJ_ECT:20576.
- [191] **Europa. Access to European Union law.** Medical Device Directive 93/42/EEC. 14 June 1993 concerning medical
Disponible en World Wide Web: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31993L0042:en:NOT>
- [192] **WIN Human Recorder Co. Ltd.. HRS-I.** 27/01/2000. Disponible en World Wide Web: <http://tecnolatino.com/hrs-i-un-sensor-que-mide-las-senales-electrocardiograficas-de-tu-cuerpo/>
- [193] **Taigüer. Generador Diesel 7,2kw Trifásico control Remoto.** 15/01/2007. Disponible en World Wide Web: http://www.ventageneradoreselectricos.es/epages/62212964.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/62212964/Products/Germany-JDP7200LDE-3
- [194] **John Deere. 06/02/2013.** Disponible en World Wide Web: http://www.agroterra.com/p/generador-diesel-insonorizado-7500w-trifasico/3073100?t=1&utm_expid=182777-1&utm_referrer=http%3A%2F%2F
- [195] **Inglaterra. Hidracapsule.** 2009. Disponible en World Wide Web: http://www.hydra-capsule.com/hydraulic_pumps/pumps.htm

- [196] **España. Pedro Roquet SA. Cilindros hidráulicos. 2012.** Disponible en World Wide Web: http://www.pedro-roquet.com/es_ES/productos/cilindros-hidraulicos
- [197] **España. Stern Hidráulica SA. Cilindro hidráulico. 2011.** Disponible en World Wide Web: <http://www.sternhidraulica.com/productos--servicios/cilindros/normativas-iso/skskm-6020-1>
- [198] **España. AGBAR. Localizador remote de emergencia. 2010.** Disponible en World Wide Web: <http://www.aquatec.es/es/soluciones/tecnologias-de-proteccion/salva2>
- [199] **España. Cedetel.** Dispositivo móvil de teleasistencia, seguimiento y localización. Mobile Tel. 2009. Disponible en World Wide Web: <http://www.dicyt.com/noticias/cedetel-desarrolla-un-dispositivo-movil-de-teleasistencia-seguimiento-y-localizacion#items5>.
- [200] **Alemania. Corscience. Desfibrilador externo automático CardiAid . 2004.** Disponible en World Wide Web: <http://www.esense.cl/pdf/CardiAid.pdf>
- [201] **España. Dräger. Desfibrilador externo automático Plus de Zoll . 2007.** Disponible en World Wide Web: <http://www.desfibriladoreszollaedplus.es/>
- [202] **OMRON. CJ2M para automatización básica de máquinas.** Disponible en World Wide Web: http://industrial.omron.es/es/products/catalogue/automation_systems/programmable_logic_controllers/modular_plc_series/cj2m/default.html
- [203] **SONY. AVTECH AVC462BF60.** Cámara de vigilancia Bullet Amara de vision nocturna. DSPEFFIO/600TVL. Disponible en World Wide Web: http://tvc.mx/tienda/catalog/product_info.php?products_id=2445&osCsid=2.
- [204] **Axiomtek. GOT615-801.** Panel PC con pantalla táctil de 15.6" Disponible en World Wide Web: <http://www.axiomtek.com/Download/Spec/got615-801.pdf>
- [205] **Dipsa. SRL Dynevac® II y Trípode Lynx.** Disponible en World Wide Web: <http://www.dipsa.com/dipsa/articulos/MSA/EConfinados.pdf>

GLOSARIO DE TÉRMINOS

GLOSARIO DE TÉRMINOS

-a-

ATEX: Herramientas anti-chispa, herramientas dinamométricas, roscadoras, llaves de golpe y llaves de impacto. Describe qué el dispositivo, equipamiento y ambiente es permitido para el trabajo en una atmósfera explosiva.

AVR: Regulador de Velocidad Automático.

AESP: Actividad eléctrica sin pulso.

-b-

Biaxilar: Estado de colocar al lado izquierdo y al lado derecho del tórax los DEA.

Biogás: Atmósfera explosiva condicionada por una presencia de gases, el biogás generado en EDAR suele tener una proporción aproximada de un 60% de metano, un 30% de CO y un 10% de otros gases.

BR: Bifásica rectilínea.

Bullet: Utilidad de trabajo para acceder a un dispositivo en monitoreo local o remoto.

BVM: Bolsa-válvula-mascarilla.

-c-

CERCP: Presentación del Consejo Español Resucitación Cardiopulmonar.

CMS: Programa o “software de monitoreo central” para la gestión y control de la cámara de seguridad.

Comunicación de bus de campo abierto: Es un sistema de comunicación cableado.

CCR: Consell Català de Ressuscitació.

CRE: Cruz Roja Española.

CV: Compresión / Ventilación.

-d-

DAFO: Análisis de aspectos internos y externos en cuanto a Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades de un producto a comercializar.

DAI: Desfibrilador automático implantable.

DEA: Desfibrilador Externo Automático. Elemento muy utilizado en asistencias externas fuera de centros sanitarios para reanimar a personas que sufren problemas cardíacos.

DESA: Desfibrilador externo semiautomático. Elemento muy utilizado en asistencias externas fuera de centros sanitarios para reanimar a personas que sufren problemas cardíacos.

Desfibrile: Acción del verbo desfibrilar, es la acción a la que somete a una persona cuando se le realiza una atención de urgencias con un DEA.

-e-

E (Joule): Energía a absorber.

EBAR: Estación de bombeo de aguas residuales; en plural EEBBAARR.

EBT: Exponencial bifásica truncada.

EDAR: Estación depuradora de aguas residuales, en plural EEDDAARR.

EECC: Espacios Confinados. Plural de espacio confinado.

EPES-061: Empresa Pública de Emergencias Sanitarias de Andalucía.

EPI: Elemento de protección individual.

ERA: Equipo de respiración autónoma.

ERC: Consejo Europeo de Resucitación.

-f-

FV: Fibrilación ventricular. Es un trastorno del ritmo cardíaco que presenta un ritmo ventricular rápido (>250 latidos por minuto), irregular, de morfología caótica y que lleva irremediamente a la pérdida total de la contracción cardíaca, con una falta total del bombeo sanguíneo y por tanto a la muerte del lesionado.

-g-

g (m/s²): Aceleración debida a la gravedad: 9,81.

GSM/GPRS: Sistema de comunicación inalámbrico a través de satélite.

-h-

HMI: Interface Hombre Máquina, acceso de manipulación entre el trabajador y la pantalla táctil del panel de control.

Hombre muerto: Estado que se denomina cuando el trabajador no contesta a los sistemas de comunicación.

Hot Point: Metodología de tratado de imágenes que permite centrar la imagen deseada con solo dar un click del mouse sobre el video.

-i-

IESCYL: Fundación Instituto de Ciencias de la Salud de Castilla y León.

ILCOR: Comité Internacional de Coordinación sobre Resucitación.

Interfase: Relación de conexión entre el electrodo del DEA y la piel del afectado al cual se le aplica.

IP: Índice de protección, en función del grado de protección que tenga el dispositivo o equipo, tendría una asignación numérica que lo identificaría.

-l-

la (mm): Longitud de amortiguación expresada en milímetros.

LIE, LSE: Límites inferior y superior de Explosividad.

-m-

m (Kg): Masa de inercia total, incluidos pistón y vástago. Para valores de masas de pistón y vástago ver tabla.

MET: Onda monofásica exponencial truncada.

Medicalert: Se le denomina así dentro de la terminología médica a los brazaletes de alerta médica.

mmHg: Presión arterial, se mide en milímetros de mercurio.

MSA: Onda monofásica sinusoidal amortiguada.

-o-

OHV: Palabra procedente del inglés (overhead valve), que significa «válvulas sobre la cabeza»

OVACE: Obstrucción de la vía aérea por un cuerpo extraño.

-p-

Parada cardiaca: Interrupción súbita, inesperada y potencialmente reversible de la respiración y la circulación sanguínea espontáneas.

PASS: Término anglicismo utilizado en el uso de un DEA. Su significado en inglés es Passive Airway Support System.

PCS: Parada cardiaca súbita.

Parametrizable: Ajuste de tiempos en la secuencia de un equipo, donde podremos adecuar la secuencia o tiempo que sea más beneficiosa a nuestro criterio.

PLC (Program Logic Controller): Es la primera máquina con lenguaje, es decir, un calculador lógico cuyo juego de instrucciones se orienta hacia los sistemas de

evolución secuencial. En este caso, utilizado para obedecer el campo de la lógica programada para el control de procesos industriales.

Primer interviniente: Persona responsable de las primeras acciones de atención a la víctima de una parada cardiaca

Pulmo: Equipo que permite controlar el paso de aire del equipo de respiración autónoma o semiautónoma.

-r-

Randomizado: Término que consiste permitir enmascarar a pacientes en la asignación de tratamiento antes del inicio del ensayo clínico, de forma que no se sepa ni quiénes son los pacientes, ni en qué orden aparecen, ni qué tratamiento se les asigna.

Reanudarlo en caliente: Rearme de uno equipo o dispositivo sin necesidad de cortar por completo el suministro eléctrico y que el resto de equipos sigan trabajando de manera automática.

RCE: Dentro de la terminología médica, se denomina así a la recuperación de la circulación espontánea.

RCP: Respiración cardiopulmonar básica. Terminología utilizada en asistencia cardíaca.

Render: Suavizar las texturas y aristas de un dibujo realizado anteriormente. El proceso de un render se realiza con un PC y lleva horas la realización en función del tamaño y número de componentes del dibujo al que pretende hacer el render.

-s-

SARS: Síndrome de distrés respiratorio agudo. Es una insuficiencia respiratoria grave debida a edema pulmonar no hemodinámico causado por aumento de la permeabilidad de la barrera alvéolo - capilar y secundario a daño pulmonar agudo.

Subluxación: Es un contacto incompleto entre las superficies

SEMICYUC: Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias.

SEM: Servicios de emergencias médicas.

SME: Sistemas médicos de emergencia

SEC: Sociedad Española de Cardiología.

SEDAR: Sociedad Española de Anestesiología, Reanimación y Terapéutica del Dolor.

SEMERGEN: Sociedad Española de Médicos de Atención Primaria.

SEMES: Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias.

SEMG: Sociedad Española de

SemFYC: Sociedad Española de Medicina de Familia y Comunitaria.

SOS: Señal internacional de socorro que nos indicará que el trabajador/es se encuentran en peligro.

SV: Soporte Vital. Es un nivel de atención médica indicado para los pacientes con lesiones que amenazan la vida, aplicados hasta que el paciente reciba atención médica completa. Puede suministrarse por personal médico capacitado, incluyendo técnicos en emergencias médicas y por personas que hayan recibido formación sobre el SVB.

SVB: Soporte Vital Básico. Por lo general el SVB se utiliza en situaciones de emergencia pre-hospitalarias y puede suministrarse sin equipos médicos.

Switch: Dispositivo o selector de accionamiento dentro de componentes electrónicos en un circuito impreso.

-t-

TB: Tuberculosis.

TSV: Taquicardia supra-ventricular.

Tubo endotraqueal: Es un tubo o catéter de luz gruesa que se introduce en la tráquea a través de la boca o de la nariz hasta un punto situado por encima de la bifurcación de la tráquea proximal en los bronquios. Se utiliza para administrar oxígeno a presión cuando la ventilación está totalmente controlada.

-v-

v (m/s): Velocidad de trabajo. Se expresa en m/s

Vdc: Unidad de medida de tensión eléctrica, significa V tensión, dc corriente continua, por lo tanto se diría que se trata de corriente continua.

INDICE DE FIGURAS

9. INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Recurso preventivo con permiso de trabajo.....</i>	<i>39</i>
<i>Fuente: Elaboración propia</i>	
<i>Figura 2: Equipo de Protección Individual EPI.....</i>	<i>41</i>
<i>Fuente: Elaboración propia</i>	
<i>Figura 3: Operación de ventilación de arquetas</i>	<i>42</i>
<i>Fuente: Elaboración propia</i>	
<i>Figura 4: Operación de acceso a EECC</i>	<i>42</i>
<i>Fuente: Elaboración propia</i>	
<i>Figura 5: Equipos medidores de gases</i>	<i>43</i>
<i>Fuente: Elaboración propia</i>	
<i>Figura 6: Operario bajando a un espacio confinado con EPI.....</i>	<i>45</i>
<i>Fuente: Elaboración propia</i>	
<i>Figura 7: Bajadas a EECC mediante escalera manual</i>	<i>45</i>
<i>Fuente: Elaboración propia</i>	
<i>Figura 8: Permiso de trabajo en espacios confinados.....</i>	<i>55</i>
<i>Fuente: http://www.aquagestandalucia.es</i>	
<i>Figura 9: Cadena de Supervivencia (ERC).....</i>	<i>67</i>
<i>Fuente: http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/guia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf</i>	
<i>Figura 10: Algoritmos de soporte vital básico en adultos.....</i>	<i>74</i>
<i>Fuente: http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/guia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf</i>	

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 11: Compruebe si hay respuesta en la víctima.....</i>	<i>74</i>
<i>Fuente: http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/quia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf</i>	
<i>Figura 12: Pida ayuda.....</i>	<i>75</i>
<i>Fuente: http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/quia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf</i>	
<i>Figura 13: Maniobra frente-mentón</i>	<i>76</i>
<i>Fuente: http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/quia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf</i>	
<i>Figura 14: Detalle de la maniobra frente-mentón</i>	<i>76</i>
<i>Fuente: http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/quia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf</i>	
<i>Figura 15: Oír, ver y sentir la respiración normal.....</i>	<i>77</i>
<i>Fuente: http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/quia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf</i>	
<i>Figura 16: La posición de recuperación.....</i>	<i>78</i>
<i>Fuente: http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/quia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf</i>	
<i>Figura 17: Coloque el talón de una mano en el centro del pecho de la víctima</i>	<i>78</i>
<i>Fuente: http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/quia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf</i>	
<i>Figura 18: Coloque el talón de la otra mano sobre la primera</i>	<i>79</i>
<i>Fuente: http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/quia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf</i>	
<i>Figura 19: Entrelace los dedos de las manos</i>	<i>79</i>
<i>Fuente: http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/quia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf</i>	
<i>Figura 20: Comprima el esternón 4—5 cm</i>	<i>80</i>
<i>Fuente: http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/quia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf</i>	

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 21: Tras 30 compresiones, abra la vía aérea, maniobrando frente-mentón</i>	<i>81</i>
<i>Fuente: http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/quia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf</i>	
<i>Figura 22: Insufle aire en la boca observando que al mismo tiempo se eleva el tórax.....</i>	<i>82</i>
<i>Fuente: http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/quia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf</i>	
<i>Figura 23: Retire su boca de la víctima y observe si desciende el tórax y sale aire</i>	<i>82</i>
<i>Fuente: http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/quia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf</i>	
<i>Figura 24: Colocar brazo con el codo doblado y con la palma de la mano hacia arriba.....</i>	<i>91</i>
<i>Fuente: http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/quia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf</i>	
<i>Figura 25: Poner el brazo sobre el tórax, y el dorso de la mano en la mejilla de la víctima</i>	<i>92</i>
<i>Fuente: http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/quia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf</i>	
<i>Figura 26: Agarrar la pierna más alejada y tirar de ella manteniendo el pie en el suelo</i>	<i>92</i>
<i>Fuente: http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/quia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf</i>	
<i>Figura 27: La posición de recuperación.....</i>	<i>93</i>
<i>Fuente: http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/quia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf</i>	
<i>Figura 28: Algoritmo la obstrucción de la vía aérea por cuerpo extraño (OVACE).....</i>	<i>95</i>
<i>Fuente: http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/quia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf</i>	
<i>Figura 29: Algoritmo para el uso de un desfibrilador automático externo.....</i>	<i>99</i>
<i>Fuente: http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/quia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf</i>	
<i>Figura 30: Ejes del entorno de la investigación.....</i>	<i>118</i>
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 31: Cronograma ampliado de las fases de la investigación.....</i>	<i>125</i>
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	
<i>Figura 32: Métodos de recogida de información en cada uno de los ejes del trabajo</i>	<i>126</i>
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	
<i>Figura 33: Furgoneta con herramientas que se suelen utilizar y que son necesarias descargar</i>	<i>148</i>
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	
<i>Figura 34: Imagen cargando ventilador y mangas en camión de 3500kg.....</i>	<i>149</i>
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	
<i>Figura 35: Imagen cargando escalera y vallas.....</i>	<i>150</i>
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	
<i>Figura 36: Camión de saneamiento en limpieza de espacio</i>	<i>153</i>
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	
<i>Figura 37: Colocando el distribuidor de un lecho bacteriano de una EDAR.....</i>	<i>154</i>
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	
<i>Figura 38: Sujeción del distribuidor del lecho bacteriano de la EDAR.....</i>	<i>155</i>
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	
<i>Figura 39: Sacar bomba de recirculación de fangos en una EDAR.....</i>	<i>156</i>
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	
<i>Figura 40: Sujeción de una bomba de recirculación de fangos en una EDAR</i>	<i>156</i>
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 41: Sacar bomba de aguas residuales en una EBAR</i>	<i>157</i>
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	
<i>Figura 42: Imagen de uno de los grupos electrógenos utilizados</i>	<i>159</i>
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	
<i>Figura 43: Escalera portátil de gran tamaño utilizada en acceso de algunos EECC</i>	<i>160</i>
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	
<i>Figura 44: Escalera portátil telescópica utilizada en acceso a algunos EECC</i>	<i>161</i>
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	
<i>Figura 45: Equipo de respiración autónomo empleado en pruebas realizadas</i>	<i>165</i>
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	
<i>Figura 46: Equipos de respiración autónoma empleados en Roquetas de Mar.....</i>	<i>166</i>
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	
<i>Figura 47: Colocación del ERA en el Puerto de Roquetas de Mar</i>	<i>166</i>
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	
<i>Figura 48: Máscara buco facial</i>	<i>169</i>
<i>Fuente: Empresa Dräger</i>	
<i>Figura 49: Trabajadores limpiando tanque Imhoff con máscara buco facial</i>	<i>170</i>
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	
<i>Figura 50: Trabajador con máscara buco facial.....</i>	<i>170</i>
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 51: Imágenes de un tipo de casco de protección 173

Fuente: Elaboración Propia

Figura 52: Botas de goma reforzada en suela y puntera 174

Fuente: Elaboración Propia

Figura 53: Colocación de botas de goma reforzada en suela y puntera 175

Fuente: Elaboración Propia

Figura 54: Guantes de goma 176

Fuente: Elaboración Propia

Figura 55: Colocación de guantes de goma 176

Fuente: Elaboración Propia

Figura 56: Trabajadores equipados con guantes de goma y guantes cuero 177

Fuente: Elaboración Propia

Figura 57: Operario con arnés y otros EEPPII 178

Fuente: Elaboración Propia

Figura 58: Operarios con chalecos fluorescentes, arnés y otros EEPPII 179

Fuente: Elaboración Propia

Figura 59: Operario sujeto a la cuerda de vida 180

Fuente: Elaboración Propia

Figura 60: Operario sujeto a la cuerda de vida 180

Fuente: Elaboración Propia

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 61: Operario sujeto a la cuerda de vida sin posibilidad de colocar trípode 181

Fuente: Elaboración Propia

Figura 62: Operario sujeto a la cuerda de vida y a un trípode 182

Fuente: Elaboración Propia

Figura 63: Trípode de rescate..... 183

Fuente: Elaboración Propia

Figura 64: Medidores de gases 185

Fuente: Elaboración Propia

Figura 65: Medidor personal de H₂S ácido sulfhídrico 185

Fuente: Elaboración Propia

Figura 66: Medidor personal de H₂S ácido sulfhídrico - MINIPAC..... 186

Fuente: Elaboración Propia

Figura 67: Medidor de gases con cuatro sensores Dräger X-am 2000..... 186

Fuente: Empresa Dräger

Figura 68: Herramientas de mano 187

Fuente: Elaboración Propia

Figura 69: Cojinete o balón obturador para aguas residuales..... 190

Fuente: Empresa Dräger

Figura 70: Balón obturador para aguas residuales colocado en tubería..... 190

Fuente: Empresa Dräger

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 71: Preparación de trabajador para acceder a un espacio confinado 192

Fuente: Elaboración Propia

Figura 72: Preparado y dispuesto a acceder al interior de un espacio confinado..... 192

Fuente: Elaboración Propia

Figura 73: Rellenar permiso de trabajo antes de acceder a un EECC en Zafarraya 195

Fuente: Elaboración Propia

Figura 74: Rellenar permiso de trabajo antes de acceder a un EECC en Trevélez..... 195

Fuente: Elaboración Propia

Figura 75: Rellenar permiso de trabajo antes de acceder a un EECC en Castril..... 196

Fuente: Elaboración Propia

Figura 76: Balizamiento de la zona de trabajo en la EBAR 2 de Castril 198

Fuente: Elaboración Propia

Figura 77: Balizamiento y señalización de la zona de trabajo en la EDAR de Orce 198

Fuente: Elaboración Propia

Figura 78: Operario montando el ventilador de aire..... 200

Fuente: Elaboración Propia

Figura 79: Comprobación del medidor de gases 201

Fuente: Elaboración Propia

Figura 80: Colocación del medidor de gases en el interior del tanque Imhoff..... 201

Fuente: Elaboración Propia

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 81: Acceso al espacio confinado mediante pates fijos instalados en la pared 202

Fuente: Elaboración Propia

Figura 82: Acceso al espacio confinado con pates fijos instalados en pared..... 203

Fuente: Elaboración Propia

Figura 83: Acceso al espacio confinado mediante escalera portátil 204

Fuente: Elaboración Propia

Figura 84: Montaje del trípode 205

Fuente: Elaboración Propia

Figura 85: Adaptación del trípode a la altura deseada..... 206

Fuente: Elaboración Propia

Figura 86: Adecuación del trípode a la superficie de acceso..... 207

Fuente: Elaboración Propia

Figura 87: Ajuste y nivelación del trípode 207

Fuente: Elaboración Propia

Figura 88: Comprobación de la sujeción 208

Fuente: Elaboración Propia

Figura 89: Figura 89: Entrada al EECC..... 209

Fuente: Elaboración Propia

Figura 90: Preparación de trabajador para acceder a un espacio confinado 209

Fuente: Elaboración Propia

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 91: Sacando aireador averiado sin ERA, ni medidor de gases 211

Fuente: Elaboración Propia

Figura 92: Limpieza de tanque de salmuera con camión de saneamiento 212

Fuente: Elaboración Propia

Figura 93: Limpieza de tanque de salmuera de EDAR..... 212

Fuente: Elaboración Propia

Figura 94: Limpieza de (EBAR) Puerto de Roquetas de Mar 213

Fuente: Elaboración Propia

Figura 95: Vista trasera y lateral derecha del remolque diseñado 220

Fuente: Elaboración Propia

Figura 96: Vista en perspectiva del chasis del remolque..... 221

Fuente: Elaboración Propia

Figura 97: Remolque IND-210 223

Empresa Remolques Castillo

Fuente: <http://www.inducast.com/>

Figura 98: Remolque TITAN..... 224

Empresa Remolques Cuni

Fuente: <http://www.remolquescuni.com/spa/item/ART00126.html>

Figura 99: Elevador MINOR MILLENNIUM 226

Fuente: Elaboración Propia

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 100: Esquema general del Minor Millennium 228

Empresa CAMAC

Fuente: http://www.camacsa.com/index2.asp?web=prods_elevadores3&tipus=htm

Figura 101: Colocación del Minor Millennium 230

Fuente: Elaboración Propia

Figura 102: Esquema del motor del Minor Millennium..... 231

Fuente: Empresa CAMAC

Figura 103: Despiece del motor del Minor Millennium 233

Fuente: Empresa CAMAC

Figura 104: Despiece del motor del Minor Millennium 233

Fuente: Empresa CAMAC

Figura 105: Despiece cableado telemando en el equipo..... 235

Fuente: Empresa CAMAC

Figura 106: Despiece grupo motriz 236

Fuente: Empresa CAMAC

Figura 107: Despiece grupo motriz 237

Fuente: Empresa CAMAC

Figura 108: Elevador Minor Millennium..... 238

Empresa CAMAC

Fuente: http://www.camacsa.com/index2.asp?web=prods_elevadores3&tipus=htm

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 109: Polipasto MINIFOR TR 30 239

Empresa Ibérica S.A

Fuente: <http://www.interempresas.net/MetalMecanica/FeriaVirtual/Producto-Polipasto-Tractel-TR-30-S-Minifor-12568.html>

Figura110: Alzado y perfil del polipasto MINIFOR TR 30 241

Empresa Ibérica S.A

Fuente: <http://www.interempresas.net/MetalMecanica/FeriaVirtual/Producto-Polipasto-Tractel-TR-30-S-Minifor-12568.html>

Figura 111: Perfil del polipasto elevador GM-500 244

Empresa Wiskehr's

Fuente: <http://www.wiskehrs.net/es>

Figura 112: Frente del polipasto elevador GM-500 244

Empresa Wiskehr's

Fuente: <http://www.wiskehrs.net/es>

Figura 113: Alzado del detalle del final de carrera y palanca del elevador GM-500 246

Empresa Wiskehr's

Fuente: <http://www.wiskehrs.net/es>

Figura 114: Auto-deterioro del cable del elevador GM-500..... 246

Empresa Wiskehr's

Fuente: <http://www.wiskehrs.net/es>

Figura 115: Detalle ficha de conexión del polipasto elevador GM-500 247

Empresa Wiskehr's

Fuente: <http://www.wiskehrs.net/es>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 116: Detalle estructura de los tirantes del polipasto elevador GM-500 247

Empresa Wiskehr's

Fuente: <http://www.wiskehr.net/es>

Figura 117: Detalle desgaste en el plato..... 248

Empresa Wiskehr's

Fuente: <http://www.wiskehr.net/es>

Figura 118: Detalle casquillo y trípode..... 249

Empresa Wiskehr's

Fuente: <http://www.wiskehr.net/es>

Figura 119: Detalle botonera eléctrica..... 250

Empresa Wiskehr's

Fuente: <http://www.wiskehr.net/es>

Figura 120: Detalle placa electrónica..... 251

Empresa Wiskehr's

Fuente: <http://www.wiskehr.net/es>

Figura 121: Detalle electro-freno 252

Empresa Wiskehr's

Fuente: <http://www.wiskehr.net/es>

Figura 122: Detalle engranaje de plástico 253

Empresa Wiskehr's

Fuente: <http://www.wiskehr.net/es>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 123: Equipo PAC MAS2000..... 255

Empresa Dräger

Fuente: http://www.draeger.net/media/50/00/06/50000631/seguridad-industrial_catalog_es.pdf

Figura 124: Equipo de aire respirable PAC MAS 2000..... 256

Fuente: Elaboración Propia

Figura 125: Manguera de aire respirable..... 257

Empresa Dräger

Fuente: http://www.draeger.net/media/50/00/06/50000631/seguridad-industrial_catalog_es.pdf

Figura 126: Cinturón en línea con fuente de aire respirable 258

Empresa Dräger

Fuente: http://www.draeger.net/media/50/00/06/50000631/seguridad-industrial_catalog_es.pdf

Figura 127: Mascara con comunicación inalámbrica..... 259

Empresa Dräger

Fuente: http://www.draeger.net/media/50/00/06/50000631/seguridad-industrial_catalog_es.pdf

Figura 128: Vista en perspectiva del ventilador – extractor de aire 265

Fuente: Elaboración Propia

Figura 129: Vista del ventilador-extractor MAUSA 266

Empresa MAUSA

Fuente: http://www.mausa.es/producto.php?id_producto=28722

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 130: Vista del ventilador-extractor SEYSU 267

Empresa SEYSU

Fuente: <http://seysu.es/construccion/ventilador-extractor-de-aire-mv500sl-722313505/gmx-niv788-con3939.htm>

Figura 131: Baliza Dräger X-Zone 5000..... 268

Empresa Dräger

Fuente: http://www.draeger.net/media/50/00/06/50000631/seguridad-industrial_catalog_es.pdf

Figura 132: Aplicaciones de la monitorización - Baliza X-Zone 5000..... 270

Empresa Dräger

Fuente: http://www.draeger.net/media/50/00/06/50000631/seguridad-industrial_catalog_es.pdf

Figura 133: Monitorización - Baliza X-Zone 5000 272

Empresa Dräger

Fuente: http://www.draeger.net/media/50/00/06/50000631/seguridad-industrial_catalog_es.pdf

Figura 134: Registrador de señales electrocardiográficas CorBelt 277

Empresa Corscience

Fuente: <http://www.esense.cl/Corbelt.html>

Figura 135: Registrador portable CorBelt 280

Fuente: Elaboración Propia

Figura 136: Registrador de señales electrocardiográficas (HRS-I) 281

Empresa WIN Human Recorder Co. Ltd.

Fuente: http://www.dvice.com/archives/2010/01/win_human_recor.php

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 137: Registradores inalámbrico de señales ECG 282

Empresa WIN Human Recorder Co. Ltd.

Fuente: http://www.dvice.com/archives/2010/01/win_human_recor.php

Figura 138: Generador eléctrico insonorizado de 7200W de potencia 284

Empresa Taigüer

Fuente: http://www.ventageneradoreselectricos.es/epages/62212964.sf/es_ES/?ObjectPath=/S_hops/62212964/Products/Germany-JDP7200LDE-3

Figura 139: Generador eléctrico insonorizado de 7200W de potencia 285

Fuente: Elaboración Propia

Figura 140: Generador eléctrico insonorizado 287

Empresa John Deere

Fuente: <http://www.agroterra.com/p/generador-diesel-insonorizado-7500w-trifasico>

Figura 141: Bomba hidráulica 289

Fuente: Elaboración Propia

Figura 142: Apoyo hidráulico 290

Fuente: Elaboración Propia

Figura 143: Situación apoyos hidráulicos..... 292

Fuente: Empresa Pedro Roquet, S.A

Figura 144: Apoyos y bomba hidráulica en planteamiento del prototipo..... 293

Fuente: Elaboración Propia

Figura 145: SALVA2 300

Empresa Aqualogy

Fuente: http://www.aquaplan.es/DOC/Presentacion_AQUALOGY_Marzo_2012.pdf

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 146: Vista del SALVA2 301

Fuente: Empresa Aqualogy

Figura 147: Imagen obtenida del localizador..... 302

Fuente: Empresa Aqualogy

Figura 148: Imagen del Mobile Tel..... 304

Empresa Cedetel

Fuente: <http://www.dicyt.com/noticias/cedetel-desarrolla-un-dispositivo-movil-de-teleasistencia-seguimiento-y-localizacion>

Figura 149: Ejemplo de configuración del Mobile Tel 306

Fuente: Empresa Cedetel

Figura 150: Ejemplo de Panel de Monitorización de alertas..... 307

Fuente: Empresa Cedetel

Figura 151: Localización GPS del Mobile Tel 308

Fuente: Empresa Cedetel

Figura 152: Desfibrilador automático externo CardiAid 310

Empresa Corscience

Fuente: <http://www.corscience.de/en/medical-engineering/references/projects.html>

Figura 153: Señal indicativa de desfibrilador 310

Fuente: Elaboración Propia

Figura 154: Colocación de los parches del desfibrilador CardiAid..... 311

Empresa Corscience

Fuente: <http://www.corscience.de/en/medical-engineering/references/projects.html>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 155: Parches del desfibrilador CardiAid 312

Empresa Corscience

Fuente: <http://www.corscience.de/en/medical-engineering/references/projects.html>

Figura 156: Desfibrilador externo automático Plus de Zoll 314

Empresa Dräger

Fuente: http://www.draeger.net/media/50/00/06/50000631/seguridad-industrial_catalog_es.pdf

Figura 157: Imagen de colocación de parches del Plus de Zoll 317

Fuente: Empresa Dräger

Figura 158: Imágenes de funcionamiento del DEA Plus de Zoll 319

Fuente: Empresa Dräger

Figura159: Esquema unifilar de entradas digitales de la CPU 320

Fuente: Elaboración Propia

Figura160: Esquema unifilar de salidas digitales de la CPU..... 322

Fuente: Elaboración Propia

Figura 161: Pantalla principal de la pantalla táctil 324

Fuente: Elaboración Propia

Figura 162: Pantalla de parámetros ajustables por el operario 326

Fuente: Elaboración Propia

Figura 163: Pantalla emergente de alarmas..... 327

Fuente: Elaboración Propia

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 164: Cámara de seguridad AVC462ZBNF60 331

Empresa SONY

Fuente: http://tvc.mx/tienda/catalog/product_info.php?products_id=2445&osCsid=2

<i>Figura 165: Pantalla táctil GOT615-801.....</i>	<i>334</i>
<i>Empresa Axiomtek</i>	
<i>Fuente: http://www.axiomtek.com/Products/ViewProduct.asp?view=952</i>	
<i>Figura 166: Concurrencia con los medios establecidos.....</i>	<i>342</i>
<i>Fuente: Empresa Univalue</i>	
<i>Figura 167: Presupuestos sanitarios per cápita, 2012-2013 (euros).....</i>	<i>350</i>
<i>Fuente: Empresa Univalue</i>	
<i>Figura 168: Análisis DAFO del equipo compacto.....</i>	<i>351</i>
<i>Fuente: Empresa Univalue</i>	
<i>Figura 169: Régimen de gestión de agua en España</i>	<i>353</i>
<i>Fuente: Empresa Univalue</i>	
<i>Figura 170: Matriz de Oportunidad del equipo compacto.....</i>	<i>355</i>
<i>Fuente: Empresa Univale</i>	
<i>Figura 171: Cadena de valor del equipo compacto.....</i>	<i>356</i>
<i>Fuente: Empresa Univalue</i>	

INDICE DE TABLAS

10. INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Relación de concentraciones de oxígeno.....</i>	<i>44</i>
<i>Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).</i>	
<i>Fuente: http://www.insht.es</i>	
<i>Tabla 2: Niveles de concentración de (CO).....</i>	<i>46</i>
<i>Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).</i>	
<i>Fuente: http://www.insht.es</i>	
<i>Tabla 3: Niveles de concentración de (H₂S).....</i>	<i>47</i>
<i>Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).</i>	
<i>Fuente: http://www.insht.es</i>	
<i>Tabla 4: Niveles de concentración de (SO₂).....</i>	<i>48</i>
<i>Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).</i>	
<i>Fuente: http://www.insht.es</i>	
<i>Tabla 5: Niveles de concentración de (NH₃).....</i>	<i>48</i>
<i>Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).</i>	
<i>Fuente: http://www.insht.es</i>	
<i>Tabla 6: Paradas cardiorrespiratorias extra hospitalarias por etiología.....</i>	<i>66</i>
<i>Fuente: Guía de resucitación cardiopulmonar (RCP)</i>	
<i>Tabla 7: Diferencia entre obstrucción grave o leve de la vía aérea por un cuerpo extraño.....</i>	<i>94</i>
<i>Recomendaciones para Reanimación 2005 del (European Resuscitation Council)</i>	
<i>Fuente: http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/quia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf</i>	
<i>Tabla 8: Muestreo de ensayo sobre trabajo de campo en (EECC).....</i>	<i>151</i>
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 9: Código de colores de filtros de mascarillas</i>	<i>171</i>
<i>Fuente: Empresa Dräger</i>	
<i>Tabla 10: Características remolque TITAN</i>	<i>218</i>
<i>Fuente: Empresa Remolques Cuni</i>	
<i>Tabla 11: Características remolque IND-210.....</i>	<i>223</i>
<i>Fuente: Remolques Castillo</i>	
<i>Tabla 12: Datos técnicos elevador MINOR MILLENNIUM.....</i>	<i>225</i>
<i>Empresa CAMAC</i>	
<i>Fuente: http://www.camacsa.com/index2.asp?web=prods_elevadores3&tipus=htm</i>	
<i>Tabla 13: Reacciones y esfuerzos del elevador Minor Millenium.....</i>	<i>229</i>
<i>Fuente: Empresa CAMAC</i>	
<i>Tabla 14: Despiece motor monofásico 2 CV.....</i>	<i>231</i>
<i>Fuente: Empresa CAMAC</i>	
<i>Tabla 15: Despiece accesorios y motor monofásico 2 CV</i>	<i>232</i>
<i>Fuente: Empresa CAMAC</i>	
<i>Tabla 16: Despiece brazo móvil completo Minor Millenium</i>	<i>234</i>
<i>Fuente: Empresa CAMAC</i>	
<i>Tabla 17: Despiece de accesorios cableado telemando en el equipo.....</i>	<i>235</i>
<i>Fuente: Empresa CAMAC</i>	
<i>Tabla 18: Despiece grupo motriz.....</i>	<i>236</i>
<i>Fuente: Empresa CAMAC</i>	

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 19: Despiece accesorios grupo motriz</i>	<i>237</i>
<i>Fuente: Empresa CAMAC</i>	
<i>Tabla 20: Características del mando y control del MINIFOR TR 30.....</i>	<i>240</i>
<i>Empresa Ibérica S.A</i>	
<i>Fuente: http://www.interempresas.net/MetalMecanica/FeriaVirtual/Producto-Polipasto-Tractel-TR-30-S-Minifor-12568.html</i>	
<i>Tabla 21: Dimensiones del Minifor TR-30</i>	<i>240</i>
<i>Empresa Ibérica S.A</i>	
<i>Fuente: http://www.interempresas.net/MetalMecanica/FeriaVirtual/Producto-Polipasto-Tractel-TR-30-S-Minifor-12568.html</i>	
<i>Tabla 22: Características técnicas del compresor de aire respirable</i>	<i>255</i>
<i>Fuente: Empresa Dräger</i>	
<i>Tabla 23: Comparativa de máscaras de distintos fabricantes</i>	<i>263</i>
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	
<i>Tabla 24: Comparativa entre ventilador – extractor (Mausa & Seysu).....</i>	<i>266</i>
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	
<i>Tabla 25: Características técnicas de la baliza Dräger X-Zone 5000.....</i>	<i>271</i>
<i>Fuente: Empresa Dräger</i>	
<i>Tabla 26: Referencia de las teclas del Dräger X-zone 5000.....</i>	<i>272</i>
<i>Fuente: Empresa Dräger</i>	
<i>Tabla 27.1: Estado de los (LLEEDD) de la batería.....</i>	<i>273</i>
<i>Fuente: Empresa Dräger</i>	

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 27.2: Estado de los (LLEEDD) de transmisión de datos.....</i>	<i>274</i>
<i>Fuente: Empresa Dräger</i>	
<i>Tabla 27.3: Estado de los (LLEEDD) de la bomba</i>	<i>274</i>
<i>Fuente: Empresa Dräger</i>	
<i>Tabla 27.4: Estado de los (LLEEDD) de agrupación</i>	<i>275</i>
<i>Fuente: Empresa Dräger</i>	
<i>Tabla 28: Equipos X-zone 5000 [185], BM25 [186] y Safety Company [187].....</i>	<i>276</i>
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	
<i>Tabla 29: Especificaciones técnicas del Corbelt</i>	<i>279</i>
<i>Fuente: Empresa Corscience</i>	
<i>Tabla 30: Características técnicas del generador eléctrico insonorizado Taigüer</i>	<i>286</i>
<i>Fuente: Empresa Taigüer</i>	
<i>Tabla 31: Características técnicas del generador eléctrico John Deere</i>	<i>288</i>
<i>Fuente: Empresa John Deere</i>	
<i>Tabla 32: Características técnicas del apoyo hidráulico Hidronit</i>	<i>291</i>
<i>Empresa Pedro Roquet, S.A</i>	
<i>Fuente: http://www.pedro-roquet.com/es_ES/productos/cilindros-hidraulicos</i>	
<i>Tabla 33: Características técnicas del cilindro hidráulico SK/SKM ISO 6020-1</i>	<i>298</i>
<i>Fuente: Stern Hidráulica, S.A</i>	

INDICE DE GRÁFICOS

11. INDICE DE GRÁFICOS

- Gráfico 1: Morfología de la onda sinusoidal monofásica amortiguada (SMA)..... 106
Recomendaciones para Reanimación 2005 del (European Resuscitation Council)
Fuente: <http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/quia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf>
- Gráfico 2: Morfología de la onda exponencial monofásica truncada (EMT) 107
Recomendaciones para Reanimación 2005 del (European Resuscitation Council)
Fuente: <http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/quia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf>
- Gráfico 3: Forma de onda exponencial bifásica truncada (EBT) 107
Recomendaciones para Reanimación 2005 del (European Resuscitation Council)
Fuente: <http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/quia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf>
- Gráfico 4: Morfología de la onda bifásica rectilínea (BR) 108
Recomendaciones para Reanimación 2005 del (European Resuscitation Council)
Fuente: <http://foietes.files.wordpress.com/2010/10/quia-de-rcp-traducida-del-erc-2005.pdf>
- Gráfico 5: Cancelación ruido respiratorio..... 260
Empresa Dräger
Fuente: http://www.draeger.net/media/50/00/06/50000631/seguridad-industrial_catalog_es.pdf
- Gráfica 6: Gráfica de pandeo para determinar cilindros montados verticalmente 295
Fuente: Stern Hidráulica, S.A

INDICE DE VIDEOS

12. ÍNDICE DE VIDEOS

Vídeo 1: Entrevista a la Responsable de (PRL) de la zona de Almería..... 141

Fuente: Elaboración Propia

Vídeo 2: Entrevista capataz de distribución de red alcantarillado de Roquetas de Mar 143

Fuente: Elaboración Propia

Vídeo 3: Entrevista capataz de depuración de Granada..... 144

Fuente: Elaboración Propia

Vídeo 4: Entrevista operarios depuración de Granada 145

Fuente: Elaboración Propia

Vídeo 5: Entrevista capataz y oficial electromecánico depuración de Roquetas de Mar 147

Fuente: Elaboración Propia

Vídeo 6: Preparación de todos los equipos necesarios..... 149

Fuente: Elaboración Propia

Vídeo 7: Cargar y descargar de equipos necesarios..... 157

Fuente: Elaboración Propia

Vídeo 8: Colocación del (ERA) sobre el trabajador 166

Fuente: Elaboración Propia

Vídeo 9: Colocación de arnés 179

Fuente: Elaboración Propia

Vídeo 10: Rellenar permiso de trabajo antes de acceder a un (EECC) 195

Fuente: Elaboración Propia

ÍNDICE DE VÍDEOS

Vídeo 11: Operario montando el ventilador de aire..... 199

Fuente: Elaboración Propia

Vídeo 12 - Prueba de equipos en arqueta tras edificio desodorización EDAR Roquetas..... 270

Fuente: Empresa Dräger y Elaboración Propia

Vídeo 13: Montaje manual de panel de pruebas 324

Fuente: Elaboración Propia

Vídeo 14 - Simulación de alarmas y fallos..... 326

Fuente: Elaboración Propia

