



**TRABAJO FIN DE GRADO
GRADO EN CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE
BIENES CULTURALES- UNIVERSIDAD DE SEVILLA-
CURSO 2018-19**

AUTOR: Sandra Carvajal Molina

**TRABAJO FIN DE GRADO
GRADO EN CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE BIENES
CULTURALES- UNIVERSIDAD DE SEVILLA
CURSO 2018-19**

**Protocolo de ensayo de envejecimiento artificial acelerado de masillas
de relleno para material cerámico: el procedimiento metodológico**

AUTOR: Sandra Carvajal Molina

Vº Bº DEL TUTOR: María Arjonilla Álvarez

AGRADECIMIENTOS

No podría comenzar la exposición del presente trabajo sin realizar el reconocimiento al papel que han tenido en mi formación diferentes personas, que se responsabilizaron en la transmisión de conocimientos y valores que me convierten, hoy, en una profesional capacitada para la Conservación-Restauración, aceptando el compromiso para con la conservación de bienes culturales.

Asimismo, he recibido su apoyo y motivación constantes durante todo el recorrido académico, de tal modo que una parte de cada uno de ellos ya forma parte de mi, hoy y siempre.

A todos ellos, profesores, profesionales, familia y amigos: gracias.

Pero quisiera destacar la inestimable labor de mi tutora, María Arjonilla, quien, con sabiduría, honestidad, cercanía e implicación (su *buen hacer*), me ha dado herramientas y orientaciones y ha incentivado mi interés por la investigación, desarrollo y práctica en una visión global de todo el contexto de la Conservación del Patrimonio.

Asimismo, agradecer a Miguel Ángel Rogerio la labor de guía por el proceso metodológico de la investigación aplicada en el campo de la Conservación-Restauración. Sin su paciencia, conocimiento e implicación, este trabajo no existiría.

A todos, agradezco enormemente su contribución en esta senda que, hoy, comienza un nuevo recorrido. Emocionada. Por ello, es un gran privilegio haber contado su presencia y poder dedicarles este Trabajo Fin de Grado.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	6
ACOTACIÓN DEL MARCO DE ESTUDIO	7
OBJETIVO: INSTAR LA COLABORACIÓN EN MEDIO CIENTÍFICO	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
METODOLOGÍA	9
1. La investigación experimental en el enclave de los talleres y laboratorios científicos.	13
2. Probetas	15
3. Protocolo de envejecimiento artificial acelerado (Métodos y recursos)	21
CONCLUSIONES	35
FUENTES DOCUMENTALES	38
ANEXO I. Resumen del Proyecto POLIEVART (IPCE)	43
ANEXO II. Manual de buenas prácticas de laboratorio	48
ANEXO III. Guía para la elaboración de protocolos	83

INTRODUCCIÓN

ACOTACIÓN DEL MARCO DE ESTUDIO

Dentro del contexto de la Conservación-Restauración, la profesionalidad del Conservador-Restaurador, ya definida por Agnes Ballestrem en 1981 en la carta que dio origen al documento *El conservador-restaurador: una definición de la profesión* (ICCROM-CC, 1984), deriva de una formación completa no sólo en cuanto a campos de conocimiento históricos y artísticos, sino también científico técnicos, para llevar a cabo investigaciones y análisis “con el auxilio de la física, la química, la microbiología y otras ciencias en estrecha colaboración con los expertos” (*Carta del Restauero*, 1987, Art.8), con el fin de poder realizar un correcto diagnóstico y designar los tratamientos adecuados, haciendo uso de materiales de probada eficacia mediante “pruebas de laboratorio que contengan envejecimientos naturales de al menos quince años, que garanticen su reversibilidad e inalterabilidad con el tiempo a nivel estructural y óptico” (continuación *Carta del Restauero*, 1987, “Previsiones que hay que tener en cuenta en la ejecución de intervenciones de conservación y restauración en pinturas murales y mosaicos”).

Asimismo, “los profesionales de la conservación-restauración de bienes culturales deben orientar, contrastar e impulsar la investigación sobre los materiales y las técnicas aplicadas a la conservación preventiva y a la restauración llevada a cabo en los laboratorios de investigación” (RALLO, 2005, pp.63). Siendo competencia del Conservador-Restaurador, la realización de investigaciones necesarias para examen y diagnóstico, debiendo estar “actualizados respecto de los últimos descubrimientos, y de asegurarse de que practica su profesión conforme al pensamiento ético actual” (ECCO, 2002, “Definición del Conservador-restaurador”).

De este modo, es fundamental la realización de probetas donde poder llevar a cabo dichas investigaciones encaminadas a la determinación de materiales y técnicas idóneas, que ayuden al abandono de aquellas obsoletas.

No obstante, a pesar de su formación, el Conservador-Restaurador no suele contar con los recursos necesarios para poder efectuar dichos análisis, realizando, dentro de sus posibilidades, aquellas experiencias en prototipos mediante uso de materiales de diferentes ámbitos, principalmente del sector industrial, que puedan ayudar a resolver las problemáticas específicas en los tratamientos. Estos materiales deben someterse a diferentes pruebas para asegurar efectividad en el mayor grado de inocuidad posible, garantizando el control de la intervención, pero son escasas las empresas que llevan a cabo una línea específica en cuanto a productos de conservación-restauración. Tal es el caso de la conocida empresa CTS, que cuenta con una línea de investigación en colaboración con otras instituciones, aunque insuficiente para todas las necesidades presentes.

Esta carencia se extiende a toda la tipología de materiales objeto de conservación, pero, especialmente, al material cerámico, que cuenta con escasas líneas específicas para determinar los tratamientos, careciendo incluso de protocolos normalizados de intervención.

La problemática del material cerámico es compleja. De una parte, tenemos las patologías debidas a factores internos (materiales constitutivos), por otro, aquellas debidas a factores externos ambientales. Pero, sobre todo, el desconocimiento y la falta

de una metodología reglada y normalizada que parta de la base del respeto y puesta en valor de la obra cerámica, normalmente considerada en desigualdad de condiciones en comparación con otros objetos. Son objetos en su mayoría considerados de artesanía, artes menores o artes aplicadas que quizás, en un futuro, gocen de un mayor estatus acorde con la importancia histórica, artística, etnológica y antropológica que contienen.

En cuanto a los métodos de limpieza y reconstrucción hay buenos resultados sobre material cerámico. Sin embargo, no procede decir esto mismo sobre los productos de fijación, consolidación y reintegración.

Se parte del principio de reversibilidad, pero este es un criterio que puede ser aplicado hasta cierto grado, ya que ningún producto actual ofrece totales garantías.

En el caso de las reconstrucciones volumétricas, la línea de investigación de nuevas técnicas, procedimientos y productos avanza, más en el sentido de crear capas o estratos intermedios, pero, sin duda, se procede cada vez más en el sentido de la mínima intervención, atendiendo a medidas de conservación preventiva: control medio ambiental, correcta exposición, estudio de embalajes eficientes, documentación exhaustiva, almacenamiento adecuado, control de uso y manipulación, etc.

Esta complejidad del propio material, la escasez de productos realmente adecuados y eficientes, y la acción negligente de manos no profesionales -actuaciones inadecuadas que ponen en riesgo la integridad de las piezas- son responsables del deficiente estado del material cerámico. Ante el cual, la figura del Conservador-Restaurador, con su alto grado de sensibilidad y formación técnica, su amplia visión de preservación, entendimiento y buena praxis es capaz de devolver el valor individual de cada objeto, perdido entre los intereses históricos de perspectiva arqueológica o supeditada a un proyecto arquitectónico.

OBJETIVO: INSTAR LA COLABORACIÓN EN MEDIO CIENTÍFICO

El presente trabajo pretende instar a la colaboración entre profesionales de diferentes ámbitos ante la necesaria práctica de ejercicios de investigación y análisis. Los equipos interdisciplinarios son aún una utopía y, la participación en ellos de profesionales de la conservación-restauración, mera presencia anecdótica. Es incoherente que estos equipos, que analizan e investigan en torno a materiales de uso en conservación y restauración, sean dirigidos por profesionales de otros ámbitos científicos, cuando es el conservador-restaurador aquel que va a hacer uso de ellos, que sabe de las necesidades del bien y, por tanto, es quien debe formular las premisas de que partan tales investigaciones. Además, es quien tiene la formación y sensibilidad para comprender e interpretar los resultados para una correcta toma de decisiones respecto al presente y futuro de la pieza, valorando factores internos y externos, contexto general y específico, para lograr un correcto equilibrio entre respeto y función de uso.

Para ello, se realiza un ensayo de análisis de envejecimiento en masillas de relleno para material cerámico.

La elección del ensayo concreto *Envejecimiento acelerado de masillas de relleno para material cerámico* parte de la necesidad de testado de aquellos productos que actualmente se usan en reintegración volumétrica de material cerámico. El presente trabajo tiene una clara finalidad científico-práctica en cuanto al incremento de los conocimientos propios y la obtención de resultados de comprobación empírica de conocimientos sobre ciertos materiales que ayuden a la aplicación de tratamientos en intervenciones ulteriores.

Desde una perspectiva interdisciplinar, se pretende profundizar en el conocimiento mediante análisis comparativo de los materiales seleccionados a través de una investigación sujeta a ciertos límites materiales (recursos humanos, económicos, de equipamiento y tiempo requerido) y científicos (limitación en cuanto a métodos y técnicas disponibles). Pero que mantiene el cumplimiento estricto de una serie de criterios de procedimiento en su realización que posibilitan la repetición del ensayo para su verificación.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Validar el procedimiento metodológico a través del conocimiento de la normativa ISO y UNE, las infraestructuras y herramientas necesarias, así como las normas de procedimientos en ensayos científicos.

Enfatizar la presencia del Conservador-Restaurador en las líneas de investigación para materiales y tratamientos de uso y aplicación en materia de conservación.

Fomentar la importancia de la perspectiva del Conservador-restaurador en el análisis y testado de materiales de uso en intervenciones sobre bienes culturales.

METODOLOGÍA

La metodología de investigación científica tiene que mostrar “un orden perfectamente jerarquizado de acuerdo con un criterio de necesidad” (CALDUCH CERVERA, 2014, pp.9).

Existen carencias en cuanto a materiales y metodología estandarizada que vienen siendo detectadas a través del estudio de investigaciones relacionadas y, a nivel personal, en cuanto a la experiencia práctica en el sector (desde la participación en las labores de restauración de los paneles de azulejería original de Plaza de España en Sevilla (2005-06) hasta la actualidad).

No existe una normativa específica para material cerámico en cuanto a metodología intervención. Los *Criterios de intervención en materiales pétreos*, dentro del Proyecto Coremans del IPCE (2013) es el referente más cercano relacionado, si bien no dispone de apartado específico para cuestiones relacionadas con la cerámica.

Son numerosos los profesionales que señalan esta carencia y realizan propuestas metodológicas al respecto de los tratamientos y sus fases, como CARRASCOSA (2009)

en *La conservación y restauración de objetos cerámicos arqueológicos*, FERRER (2007) en su libro *La cerámica arquitectónica. Su conservación y restauración*, LUPIÓN et al (2010) en su artículo “La cerámica aplicada en arquitectura: hacia una normalización de los criterios de intervención”, o PORTO (2000) en *Medidas Urgentes de Conservación en Intervenciones Arqueológicas*.

Asimismo, el barrido bibliográfico sobre estudios realizados con anterioridad a la puesta en marcha del ensayo, en cuanto a masillas de relleno para material cerámico, es imprescindible para determinar el alcance de la propuesta con una perspectiva que responda a un criterio de necesidad.

Esta documentación previa es parte primordial de la metodología aplicada a cualquier tipo de proyecto de investigación. Los estudios realizados con anterioridad ayudan a determinar aciertos y errores de los que partir, justificando la existencia de nuestro proyecto.

La puesta práctica de un trabajo de investigación de carácter científico precisa de otros pasos metodológicos. Pero, como se señalaba anteriormente, no existe un protocolo estandarizado para este tipo de enfoque profesional. Debe constatarse la importancia que adquiere la justificación de cada una de las decisiones para que la investigación se muestre en un discurso razonado. Por tanto, hay que confeccionar un patrón metodológico donde se designen los parámetros evaluables a partir de los cuales se pueda crear la matriz de ensayo.

A través de la colaboración del IRNAS, Instituto de Recursos Naturales y Agrobiológico de Sevilla (CSIC), Grupo de Investigación “Microbiología Ambiental y Patrimonio Cultural”, en Avda. Reina Mercedes 10, Sevilla, se ha podido tener acceso a sus infraestructuras, aprendiendo el uso de maquinaria necesaria y los protocolos de prácticas en laboratorio mediante curso de capacitación, para llevar a cabo el ensayo.

La estancia en prácticas, tutorizada por el Dr. Arqueólogo Miguel Ángel Rogerio Candellera, fue concedida para un período de un año (01-03-2019/28-02-2020). Tiempo suficiente para la realización de las pruebas necesarias, así como el posterior análisis de resultados. Si bien, el análisis e interpretación de los resultados del ensayo no es objetivo del presente trabajo, sino una línea de investigación a desarrollar en futuros estudios.

Partiendo de un criterio de acotación temática, determinando la orientación metodológica, la dimensión espacial y temporal, el método de investigación aplicado comprende el siguiente Plan de trabajo:

1. Barrido bibliográfico sobre estudios relacionados
2. Sondeo de organismos y profesionales del sector en relación con el uso de las diferentes tipologías de masillas de relleno
3. Selección de materiales usados actualmente con mayor frecuencia en el sector
4. Estudio compositivo y de propiedades de los diferentes materiales seleccionados, a través de:
 - a. fichas técnicas de los productos
 - b. examen mediante microscopio digital
5. Creación de probetas experimentales con diferentes aplicaciones de masillas de relleno seleccionadas

6. Pruebas de envejecimiento acelerado:
 - Temperatura (IR), según protocolo de envejecimiento Norma ISO 9142:2003
 - Temperatura + Humedad, según protocolo de envejecimiento Norma ISO 9142:2003
 - Radiación (UV), según protocolo de envejecimiento Norma ISO 4892-2

7. Monitorización de las pruebas: Análisis digital de imágenes (serie temporal)
 - Captación de imágenes: cámara Réflex digital.
Las imágenes serán tomadas tras cada exposición del proceso, con
 - o Luz natural
 - o Luz artificial
 - o Lámpara UV
 - Descorrelación de datos (PCA de cubos sintéticos de dos bandas)
 - Integración
 - Clasificación (clasificación digital supervisada)
 - Vectorización

8. Resultados
 - Gráficos comparativos
 - Tablas de resultados
 - Serie temporal de imágenes de procesos

9. Análisis de los resultados (interpretación de datos)
 - a. Deterioro en la masilla de relleno
 - b. Deterioro en el material cerámico

Justificación estructural

El contenido del presente trabajo se corresponde con la experiencia metodológica del testado de materiales de relleno para material cerámico a través de la aplicación del protocolo de envejecimiento artificial acelerado de materiales usados en Conservación-Restauración de Bienes Culturales. Y se dispone mediante el siguiente esquema de capítulos:

- 1. La investigación experimental en el enclave de los talleres y laboratorios científicos**
- 2. Probetas**
 - 2.1. Elección de las masillas de relleno**
 - 2.2. Matriz y pieza de ensayo: el material cerámico de comparativa**
 - 2.3. Preparación de las muestras: patrón de trabajo**
 - 2.4. Nomenclatura**
- 3. Protocolo de envejecimiento artificial acelerado (Métodos y recursos)**
 - 3.1. Referencias**
 - 3.2. Objetivos concretos del ensayo**
 - 3.3. Implicaciones**
 - 3.4. Metodología**
 - 3.4.1. Autor**
 - 3.4.2. Revisor**
 - 3.4.3. Principio**
 - 3.4.4. Medidas de higiene y seguridad**
 - 3.4.5. Recursos empleados**
 - 3.4.6. Preparación y conservación de la muestra de ensayo: protocolos estandarizados y su adaptación al proyecto**
 - 3.4.7. Registros del ensayo**
 - 3.4.8. Informe**

1. La investigación experimental en el enclave de los talleres y laboratorios científicos.

La figura del Conservador-Restaurador estuvo vinculada al perfil profesional del artista o artesano, una concepción cuestionable reivindicada por numerosos profesionales que aún relegan su papel a un segundo plano dentro de los equipos de conservación de patrimonio.

Hay que entender la restauración como una disciplina específica de carácter científico y técnico, sin renunciar al carácter humanista.

Dentro del equipo de conservación, una de las mayores responsabilidades recae en la figura del Conservador-Restaurador, que es quien actúa directamente sobre la obra, determinante para el futuro de la pieza. Debe conocer, por un lado, el carácter material, técnico y ejecutivo y, por otro, su función de uso y sus valores simbólicos en la sociedad actual. En base a ello, deberá definir el método de intervención, su alcance y comprobar su efectividad.

Por todo ello, debe estar presente en cuanto a la toma de decisiones, debe ser el coordinador del equipo de intervención, y debe dirigir los nuevos interrogantes que surjan, para formularlos de forma clara, en un lenguaje comprensible para todas las partes implicadas, incluidos aquellos científicos que realicen los análisis y ensayos. Porque el Conservador-Restaurador es el único integrante del equipo profesional de intervención que, por modificar materially la obra, puede recuperar sus valores, consiguiendo el objetivo de toda intervención, esto es, la conservación de la obra. Y es que la diferencia entre el Conservador-Restaurador con el resto de los perfiles profesionales del equipo de intervención es su cualificación pluridisciplinar, ya que cuenta con un alto grado de capacitación profesional (formación teórica, cualificación técnica y sensibilidad artística), y motivación para responder a la exigencia y responsabilidad de tratar con piezas irremplazables para la memoria identitaria de los pueblos.

“La mayor habilidad del conservador restaurador reside en su preparación técnica e intelectual”, que combina con su experiencia y habilidad manual para una correcta toma de decisiones (CATALÁN MEZQUÍRIZ, 2013, pp. 242).

Pero, lamentablemente, “en demasiadas ocasiones las actuaciones y el conocimiento se efectúan solo desde lo multidisciplinar” y no tanto en lo interdisciplinar, sin establecer relaciones reales en la interpretación de los datos obtenidos de los formatos de registros tradicionales y a través de nueva tecnología aplicada, que brinda el acceso a datos no perceptibles mediante examen organoléptico. Estas nuevas técnicas aplicadas a la conservación-restauración deben ser conocidas por los profesionales para saber qué datos precisos podemos obtener, dando, con ello, una sólida base científica que avale sus argumentos y justifique la toma de decisiones en cuanto a la intervención de bienes culturales. Los resultados de estas técnicas de análisis se presentan en forma de datos numéricos, cualitativos, gráficos e imágenes que precisan de una interpretación interdisciplinar como único medio para realizar una correcta valoración (ARJONILLA, 2008, pp. 94-96).

El Conservador-Restaurador interpreta y analiza los resultados para posibles mejoras en pruebas, protocolos, así como en cuestión de nuevas tecnologías, tomando decisiones bajo un criterio de interdisciplinaredad, en consenso de las tres partes implicadas: Conservador-Restaurador, especialistas y responsables de la colección (LIMÓN, 2013, pp.57).

Dentro de la discusión previa a la toma de decisiones, hay que considerar el valor de la probeta para investigación de materiales. Ya que “una comparación verdaderamente objetiva de las propiedades -de un producto o material- de cara a la selección de los mejores exigiría el desarrollo de un conjunto sistemático de pruebas estándar que permitiera apreciar sus cualidades desde un punto de vista de las diferentes exigencias planteadas anteriormente” para el producto en cuestión (MORA *et illi*, 2003, pp. 298).

La ciencia hoy es el resultado de la experimentación empírica, que, en los talleres de artistas y artesanos, se basaba en la constante observación y experimentación para llegar a un conocimiento profundo sobre materiales y productos. Ya Vitruvio (1997) menciona, en sus *Diez libros de arquitectura*, la importancia de realizar ‘pruebas de taller’ por vía húmeda sobre minerales para comprobar su disolución (Libro VIII, pp.206), y recomienda a través de los libros, una serie de productos que, tras la experiencia consagrada y experimentación, destacan por sus propiedades favorables, como la selección y preparación de materiales para la realización de revocos (Libro II, capítulos 3-7 y 9, y Libro VII capítulos 2-6), o la manipulación de los pigmentos al óleo (Libro VII. Capítulos 7-14). Asimismo, RODRÍGUEZ (1955), o JULIVERT (2014) recuerdan las pruebas de taller que se realizaban a principios del S.XIX por vía seca y húmeda, que conforman la actual base científica de geología o medicina.

En la actualidad, numerosos autores, como Salvador Muñoz Viñas (en *Teoría contemporánea de la restauración*, pp. 122-129, entre otras publicaciones), Rosario Llamas Pacheco (en numerosos artículos, así como en su libro *Conservar y restaurar el arte contemporáneo. Un campo abierto a la investigación*, pp.103-149), o Ana M^a Macarrón y Ana González Mozo, en *La conservación y la restauración en el S.XX* (pp. 199-208), defienden la necesidad de realizar probetas para comprobar efectividad de los productos utilizados, simulando alteraciones y realizando pruebas de envejecimiento. Los Conservadores-Restauradores siguen comprobando la efectividad de los productos y métodos de aplicación. La prueba llama fuego (vía seca) sigue estando en uso en los talleres para determinar la composición y comportamiento de materiales. Y es que, de productos tradicionales se tiene constatado comportamiento y uso, pero en lo referente a nuevos productos de mercado existe la preocupación permanente -y la obligación- por parte de los profesionales de la conservación-restauración por conocer su uso y reacción. El Conservador-Restaurador tiene la necesidad de “estar al día de las novedades del mercado, para adecuar aquellas que sean compatibles a nuestro campo y exigencias” (CARRASCOSA, 2009, pp.24).

El museo Thyssen-Bornemisza, por ejemplo, realiza sus propias pruebas de testado de materiales en sus laboratorios de restauración, a pesar de las prescripciones técnicas de las diferentes casas de producción de material específico para conservación-restauración. Elaborando fichas individuales de productos tradicionales y contemporáneos para garantizar el control en los tratamientos de intervención (“Productos empleados para la restauración en el Museo Thyssen-Bornemisza”, en línea).

Las buenas prácticas aplicadas al uso de los diferentes materiales -para Vitruvio 'el buen hacer' (Libro II, pp.18)- es fruto de una experimentación empírica de las generaciones anteriores de artesanos y artistas, observando el comportamiento comparado de diversos productos en realidades adversas y de forma continuada en el tiempo.

Es decir, del saber artesanal a la ciencia, a la innovación. En definitiva: arte.

2. PROBETAS

2.1. ELECCIÓN DE MASILLAS DE RELLENO

Seleccionar el producto específico para testado mediante protocolo de envejecimiento artificial supone, en primer lugar, realizar un barrido de manuales e informes-memoria de intervenciones sobre material cerámico actuales, para extraer aquellos más recomendados, y que son usados con mayor frecuencia.

Por otra parte, debe tenerse en cuenta que esa extensa lista resultante de productos comerciales y recetas debe cribarse hasta conseguir un número razonable que permita el ensayo controlado. Normalmente, en análisis profesionales de este tipo, se seleccionan de 1 a 3 productos, para garantizar un mayor control de los ensayos realizados.

Cómo definir los productos susceptibles de estudio es un trabajo de reflexión que viene condicionado por diferentes parámetros: las infraestructuras y su disponibilidad de uso, la seguridad y control del ensayo, la accesibilidad al producto, los recursos económicos disponibles, su representatividad y el ajuste a un programa de ejecución, marcado, en este caso, por la necesidad de finalizar las pruebas en una fecha determinada, según el programa de ejecución establecido con el tutor de la estancia en prácticas del IRNAS Miguel Ángel Rogerio Candelera.

Al respecto de la representatividad, la elección de las masillas debía responder, a su vez, a la mayor diversidad de grupos.

A través del estudio comparativo de diversas fuentes (CARRASCOSA MOLINER, 2009; FERRER, 1998; LLAMAS PACHECO, 2010; MORA *et illis*, 2003; VIVANCOS RAMÓN, 2007) se concluye que los tipos de masilla de relleno se pueden clasificar en función de la naturaleza de la resina o aglutinante de la siguiente manera:

1. Producto orgánico natural
 - Cola de conejo
 - Cola de esturión
2. Polímeros sintéticos (productos orgánicos sintéticos)
 - a. Termoplásticos
 - Resina acrílica
 - Resina vinílica
 - b. Termoestables
 - Cianocrilato
 - Resinas epoxi
 - c. Elastómeros o gomas
 - látex
3. Productos inorgánicos
 - Hidróxido de calcio
 - Hidróxido de bario
4. Productos organosilíceos
 - Silicato de etilo
5. Combinaciones de productos
 - Silicato de etilo + resina acrílica
 - Silicato de etilo + agua de bario
 - Producto inorgánico + resina sintética

Para seleccionar las masillas objeto de ensayo se realizó una criba en base al uso actual (a través de informes relacionados con restauración de material cerámico publicados en las revistas especializadas ARCHÈ, PH Intervención, Ge-Conservación, Materiales de Construcción, entre otras; y de otras instituciones reputadas como IAPH, MARQ, Museo Arqueológico Nacional, o la Escuela Superior de Conservación y Restauración INAH-SEP).

Asimismo, se tuvieron en cuenta los nuevos productos de mercado de la casa especializada CTS, y las prescripciones técnicas de los propios fabricantes.

De este modo, la selección resultante se compone de nueve tipos de masilla de relleno que se clasificarían de la manera siguiente respondiendo a la mayor representatividad de los grupos anteriormente descritos:

GRUPO	TIPO	PRODUCTO SELECCIONADO
A) Polímeros sintéticos	Polímero orgánico sintético: Resina acrílica Resina vinílica Polímero termoestable: Resina epoxi	PARALOID® B-72 + ÁRIDO MILÁN®, PORCELANA RUSA MILLIPUT® CEYS-ARALDITE®
B) Productos inorgánicos	Hidróxido de cal	PLM-A® (MORTERO ALCOHÓLICO) ESTUCO POLYFILLA® HEBOR® (ESCAYOLA DENTAL)
C) Productos organosilíceos	Silicato de etilo	SILICATO DE ETILO + ÁRIDO (POLVO LADRILLO) NANO ESTEL® 1000 + ÁRIDO (SÍLICE+POLVO LADRILLO)

TABLA I. Selección de masillas para grupo de muestras

2.2. MATRIZ Y PIEZA DE ENSAYO: EL MATERIAL CERÁMICO DE COMPARATIVA

Los grupos de muestra en un ensayo científico son:

- a) **De control:** aquellas muestras que serán reservadas para comparativa con estado original/primigenio
- b) **De ensayo:** muestras que serán sometidas a las diferentes pruebas dentro del protocolo.
Es necesario que el grupo de ensayo comprenda la repetición de 3-5 piezas, para obtener un margen de confianza del 95% que garantice la fiabilidad de los resultados obtenidos. Esto posibilitará la realización de análisis de resultados (numéricos, gráficos, imágenes) concluyentes y extrapolables a realidades similares.

Las muestras de ensayo deben ser lo más homogéneas posible a nivel de caracterización y propiedades, para que el estudio sea repetible y reproducible, de manera que los resultados puedan interpretarse por medio del método de promedios y rangos (denominado Estudio R&R) que asegure la calidad del ensayo.

A nivel práctico, por cuestiones de viabilidad y control, el grupo de ensayo suele componerse de tres muestras de repetición, que es el mínimo suficiente para obtener datos estadísticos consistentes.

De esta forma, realizar los ensayos de envejecimiento artificial para un total de nueve masillas seleccionadas, precisa de un grupo de control de nueve muestras, y un grupo de ensayo de 9x3 muestras. Esto es, se necesitan 36 piezas cerámicas donde aplicar, de las cuales, 27 sufrirán los procesos de ensayo.

GRUPO DE MUESTRAS:

6. GRUPO DE MUESTRAS DE CONTROL = 9 PIEZAS
7. GRUPO DE MUESTRAS DE ENSAYO = 27 PIEZAS

Ante la necesidad de tal cantidad de piezas y la inviabilidad de aplicación sobre material cerámico arqueológico, para la realización de las pruebas de envejecimiento acelerado se seleccionaron piezas cerámicas contemporáneas de misma composición, fábrica, forma y dimensiones.

A pesar de la elección de material cerámico contemporáneo sin esmaltar (para no crear más variables dentro del ensayo), no fue sencillo encontrar proveedor.

Las piezas debían ser de pequeñas dimensiones (máximo 7x7cm), que permitiera la aplicación de masilla y, al mismo tiempo, pudieran facilitar la realización de las pruebas como un grupo único (atendiendo a las medidas de capacidad interior de la maquinaria disponible). De este modo, se garantiza la repetición dentro de un período corto de tiempo, que es una de las condiciones de repetibilidad de resultados, de forma que exista una cercanía entre los resultados de las mediciones sucesivas de la misma magnitud por medir (LLAMOSAS, 2007, pp.456-7).

Una vez localizado el proveedor, se encargaron 60 piezas, para asegurar el grupo de muestras necesario ante posibles imprevistos.

Características de las piezas:

Material: cerámica sin esmaltar

Desgrasantes: inorgánicos

Fábrica: cocción industrial

Dimensiones: 7 x 7 x 0,5 cm

Peso: 65gr

2.3. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS: PATRÓN DE TRABAJO

Una vez realizada la adquisición de piezas de azulejería cerámica sin esmaltar de 7x7 cm, fue necesario realizar una perforación idéntica para cada muestra donde aplicar las masillas, para garantizar el principio de repetibilidad (mismo patrón de referencia). Esta tarea se llevó a cabo con un taladro de mano (Figura 1), soporte vertical para taladro y broca hueca adiamantada de 16mm. de diámetro.



Figura 1. Taladro de las muestras

A continuación, se procedió a la revisión de las 60 piezas, seleccionando aquellas 36 piezas que presentaban mayor uniformidad: dimensiones totales de la pieza, peso total, dimensiones y regularidad de la perforación, e ubicación de la perforación. Sobre esta selección de piezas se llevó a cabo la aplicación de las diferentes masillas (Figura 2), previa signatura de las muestras (ver punto 2.4. Nomenclatura).

Para cada grupo de ensayo se aplicó la masilla siguiendo un método normalizado para controlar las variables que pueden intervenir en el proceso desvirtuando los resultados de las mediciones:

- Misma masilla: preparación de cantidad suficiente para cuatro muestras
- Mismo operario
- Misma aplicación: de forma rigurosa, el procedimiento de aplicación fue idéntico para las cuatro muestras del mismo grupo
- Mismo procedimiento: orden lógico jerarquizado
- Mismo instrumental
- Mismo lugar
- Realización dentro de un breve período de tiempo

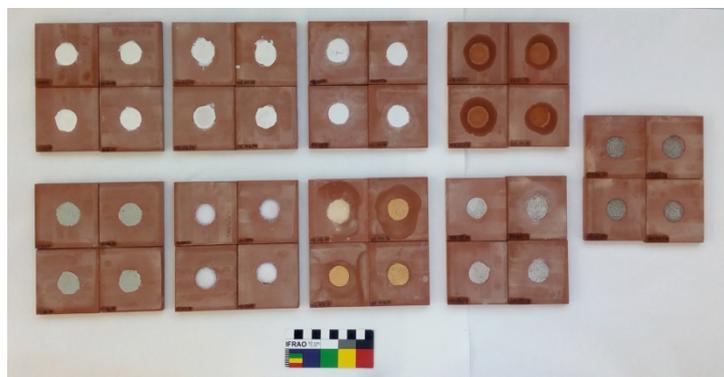


Figura 2. Grupo de muestras

La aplicación de algunas masillas, siguiendo las recomendaciones del fabricante o artículo especializado, generó algunos problemas. El estudio de la problemática de aplicación daría para un extenso estudio de reflexión crítica, tema de investigación de gran interés personal que motivará, sin duda, una profundización en trabajos posteriores.

2.4. NOMENCLATURA

La nomenclatura es vital para el control de las muestras durante el ensayo. Debe ser clara, concisa, inteligible y práctica para el seguimiento de cada muestra.

Por otro lado, la extensión de la nomenclatura también debe tenerse en cuenta al respecto de la obligada signatura de las piezas, que debe dejar suficiente material de muestra para realizar un análisis con seguridad, y estar ubicada de forma discreta y elegante.

En el presente estudio, se decidió tomar una nomenclatura de tipo numérico que diese información rápida sobre la tipología de masilla. De tal modo:

GRUPO	MATERIAL/MARCA COMERCIAL	NOMENCLATURA
01. RESINA EPOXÍDICA	01. MILLIPUT® 02. CEYS-ARALDITE®	01.01/01/02/03/04* 01.02/
02. BASE CAL	01. PLM-A® (MORTERO ALCOHÓLICO) 02. ESTUCO POLYFILLA® 03. HEBOR® (ESCAYOLA DENTAL)	02.01/ 02.02/ 02.03/
03. ETILO	01. SILICATO DE ETILO + ÁRIDO (POLVO LADRILLO) 02. NANO ESTEL® 1000 + ÁRIDO (SÍLICE+POLVO LADRILLO)	03.01/ 03.02/
04. RESINA ACRÍLICA	01. PARALOID® B-72 + ÁRIDO	04.01/
05. RESINA VINÍLICA	01. MILÁN®, PORCELANA RUSA	05.01/

*donde 01 indica 'muestra de control', y 02, 03 y 04 son las 'muestras de ensayo'

3. PROTOCOLO DE ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL ACELERADO (MÉTODOS Y RECURSOS)

Un protocolo de laboratorio es un procedimiento estándar de operaciones, esto es, un listado de instrucciones precisas con una estructura normalizada, lógica y razonada, que garantice el rigor científico en la realización de un experimento, posibiliten su repetición y, por tanto, su verificación.

Así, son susceptibles de protocolizarse aquellas actividades físicas, verbales y mentales que son planificadas y realizadas ante una determinada tarea por los profesionales expertos en un determinado tema (SÁNCHEZ ANCHA, 2011).

El ensayo de envejecimiento artificial acelerado es un protocolo que consiste en exponer la muestra a condiciones de reproducción de factores externos medioambientales, esto es, al efecto causado por la luz solar, la lluvia y el rocío, así como contrastes de temperatura, simulando sus efectos a largo plazo (equivalente a un intervalo de 15 años) para poder analizar los posibles deterioros o detectar daños no previstos a nivel óptico, físico y químico.

En cuanto a la normalización de la práctica profesional al respecto de los procesos de envejecimiento artificial acelerado para testado de productos y materiales usados en Conservación y Restauración de Bienes Culturales, el IPCE recoge, en el denominado Proyecto POLYEVART, el estándar de operaciones exactas, en cumplimiento de las normativas ISO 9142:2003, ISO 9142:2003 e ISO 4892-2.

Para la resolución de este apartado escrito se tomaron como base diferentes publicaciones: *Métodos y técnicas de investigación internacional*, del Dr. Rafael Calduch Cervera; las normas para la elaboración de protocolos de investigación elaboradas por Ostinelli y Carreira con motivo del VI IBEROLAB; las guías metodológicas de protocolos de investigación del Gobierno de Aragón, y aquellas del CIMMYT; así como las recomendaciones de Sánchez Ancha (2011), Murillo et illis (2017) y González Labrador (2010).

3.1. REFERENTES CIENTÍFICOS SOBRE TESTADO DE MATERIAL EN RESTAURACIÓN

En relación con el ámbito concreto de ensayo de envejecimiento acelerado encontramos diferentes publicaciones de testado de consolidantes, fijativos, adhesivos y masillas, enfocados a su aplicación sobre diversas tipologías de bienes culturales.

Destacables los trabajos en productos para reintegraciones de material *lígneo* realizados por FLORES LÓPEZ (2016) en cuanto al estudio sobre adhesivos sintéticos y el de PÉREZ JORDÁ (2014) en relación con masillas de relleno. También existen interesantes estudios sobre material óseo, como los realizados por MARTÍN CASTELLANO (2016) en materia de consolidantes, o CARRASCOSA MOLINER (2012) en relación con estucos para reintegración volumétrica.

Asimismo, existen numerosos ensayos sobre materiales pétreos, como el estudio comparativo de consolidantes realizado por BARREDA USÒ (2014), o el ensayo de consolidantes para revestimientos murales del Conjunto Arqueológico de Castulo, realizado por el equipo a cargo de CALERO-CASTILLO (2016).

En cuanto al testado de productos de relleno para material cerámico, son escasas las publicaciones, si bien, con motivo su tesis doctoral, Montserrat Lastras Pérez llevó a cabo un ensayo comparativo de tres masillas de relleno para material cerámico arqueológico (LASTRAS PÉREZ, 2007).

3.2.OBJETIVOS CONCRETOS DEL ENSAYO

El presente trabajo viene a desarrollar una aplicación práctica de la técnica de ensayos de envejecimiento artificial de productos terminados (nueve masillas de relleno en interacción con material cerámico contemporáneo) realizados en los laboratorios del IRNAS. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiológico de Sevilla (CSIC), Grupo de Investigación “Microbiología Ambiental y Patrimonio Cultural”, en Avda. Reina Mercedes 10, Sevilla, tutorizados por el Dr. Arqueólogo Miguel Ángel Rogerio Candelera.

Es objetivo de este ensayo verificar el comportamiento de nueve masillas de relleno para reintegración volumétrica aplicadas en cerámica. Se pretende, además, que este trabajo sirva como guía metodológica para estudios posteriores, así como la difusión de conocimientos de aplicación práctica en el sector de la Conservación-Restauración de material cerámico.

3.3.IMPLICACIONES

- Tipo de muestras: material cerámico contemporáneo
- Aplicación: material cerámico
- Limitaciones:
 - Materiales:
 - Tiempo para la realización del ensayo
 - Recursos materiales disponibles
 - Accesibilidad a los productos deseables
 - Científicas:
 - Escasez de estudios previos realizados en el mismo campo de actuación
 - Nivel de conocimiento en cuanto a ensayo de laboratorio del autor del presente trabajo

3.4. DESARROLLO DEL ENSAYO

AUTOR/ES

Responsable	Titulación	Contacto
Sandra Carvajal	Estudiante de 4º curso Grado en Conservación- Restauración	s.carvajalmolina@gmail.com

REVISOR/ES

COMISIÓN DE REVISIÓN	INSTITUCIÓN A LA QUE PERTENECE

Apellidos/Nombre	Titulación	Cargo
Rogelio Candelera, Miguel Ángel	Dr. Arqueólogo	

3.5. PRINCIPIO

El método aplicado comprende una secuencia ordenada de todas las operaciones previas, durante el ensayo y posteriores al mismo, que parte de los protocolos del Proyecto POLYEVART del IPCE, de evaluación de productos usados en Conservación-Restauración de Bienes Culturales, adaptados al presente trabajo en base a las limitaciones materiales de su puesta en desarrollo.

En dicha adaptación se procede a la supresión del cuarto ciclo de las pruebas de Temperatura y Radiación UV, debido a las limitaciones temporales en la realización del ensayo. Esta adaptación del protocolo del Proyecto POLYEVART no interfiere en la confiabilidad de los resultados en cuanto a la medición de los ensayos, debido a la continuidad de aplicación en todas las pruebas.

Con esto, las pruebas a las que se someten las muestras de ensayo son:

- A) Prueba de Temperatura (según Norma ISO 9142:2003), ciclos 1-3
- B) Prueba de H.R (según Norma ISO 9142:2003), ciclos 1-4
- C) Prueba de radiación UV (según Norma ISO 4892-2), ciclos 1-3

3.6. MEDIDAS DE HIGIENE Y SEGURIDAD

Las precauciones en la manipulación de reactivos, instrumental y maquinaria, así como el mantenimiento de orden y limpieza, y el uso de los EPIs, están recogidos en el *Manual de Buenas prácticas de laboratorio* que el CSIC tiene a disposición de todos los profesionales que realizan actividad dentro de sus centros de investigación, y que me facilita el Coordinador de Riesgos Laborales del IRNAS, Miguel Ángel Rogelio Candelera, para su obligado cumplimiento.

3.7.RECURSOS EMPLEADOS

3.7.1. INFRAESTRUCTURAS

Dentro de las instalaciones del IRNAS se utilizan diferentes estancias para cada tarea dentro del protocolo de ensayo.

De este modo, las labores de documentación se llevan a cabo en el laboratorio 315.I, y las tareas correspondientes a la realización de las pruebas de Temperatura, HR y radiación UV, en los laboratorios 315, 310 y Equipamiento 10.

3.7.2. HERRAMIENTAS/INSTRUMENTAL

- Ordenador portátil *MacOs MacBook®* (2017)
- Cámara fotográfica Reflex Digital *CANON®1300D*
- Soporte sobremesa metálico de apriete manual
- Microscopio Digital 1000x *Innovative Digital Microscope®*
- Termohigrómetro Digital *TFA® KlimaLoggPro*
- Incubadora profesional *Memmert® IPP 110*
- Pecera estándar casera de vidrio templado y metal, de 40x80x30 cm
- Termocalentador de agua estándar con regulador programable de temperatura [15-35°C] de 100W
- Bomba de agua *FLOJET® AHF 122202*
- Pantalla para tubo fluorescente de 20cm
- Tubo de fluorescencia UV de 20cm, 365nm, 25W

3.8. PREPARACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA MUESTRA DE ENSAYO: PROTOCOLOS ESTANDARIZADOS Y SU ADAPTACIÓN AL PROYECTO

3.8.1. NORMATIVA VIGENTE

Protocolo de envejecimiento (según norma ISO 9142:2003)	
Ciclos de envejecimiento	
T (°C)	Tiempo (h)
60°C	24
60°C	192
60°C	504
60°C	1272

* Las muestras son previamente acondicionadas a una temperatura ambiente, antes de realizar las medidas y los análisis correspondientes a cada ciclo.

Protocolo de envejecimiento (según norma ISO 9142:2003)	
Ciclos de envejecimiento	
HR (%)	Tiempo (h)
90	24
30	24
90	72
30	48

* Las muestras se mantienen durante 24h a HR=50% y T=23°C después del ciclo de envejecimiento (168h) y antes de realizar las medidas y los análisis

Protocolo de envejecimiento (norma ISO 4892-2)			
Ciclos de envejecimiento			Tiempos de control*
Ciclo	Exposición a la radiación (h)	Oscuridad (h)	Exposición + Oscuridad
1	120	24	120h + 24h
2	240	48	360h + 72h
3	480	72	840h + 144h
4	960	96	1800h + 240h

* Horas totales de envejecimiento que corresponden a cada control (Exposición + Oscuridad). Las muestras son previamente acondicionadas a una temperatura ambiente, antes de realizar las medidas y los análisis correspondientes a cada ciclo

3.8.2. PREPARACIÓN DE MUESTRAS

Pruebas de Temperatura:

La prueba de Temperatura consta de tres ciclos que alternan una fase de exposición y otra de reposo.

Para el desarrollo de las fases de exposición, se utilizó la incubadora *Memmert® IPP 110* (Figura 3) ubicada en el Laboratorio 315, programada por el total de la duración de la fase de exposición más la fase de precalentamiento, una constante de 15'.



Figura 3. Grupo de muestras de ensayo en el interior de la incubadora *Memmert® IPP 110*

Para las fases de reposo a temperatura ambiente, las piezas fueron extraídas y depositadas en el Laboratorio 315.I.

La documentación y análisis de las muestras fue realizada tras cada fase de reposo, antes de comenzar el nuevo ciclo.

Pruebas de HR:

La prueba de HR se realiza con un mínimo de 24h después de completar la prueba de Temperatura.

Esta prueba consta de cuatro ciclos de alternancia humedad-sequedad, sin transición entre ellos. Por lo tanto, la documentación y análisis de resultados se realizó una vez completada la prueba en su totalidad. Si bien, se realizaron supervisiones organolépticas antes de comenzar el ciclo siguiente.

Para el desarrollo de los ciclos de humedad, las piezas fueron depositadas dentro de la pecera previamente preparada (Figura 4) y tras comprobación con termohigrómetro de HR al 90%.



Figura 4. Grupo de muestras de ensayo durante el desarrollo de la fase de humectación de la prueba de HR

Para conseguir una HR del 90% se añadieron 20l de agua microfiltrada, se conectó el termocalentador de agua programado a 23°C y se colocó la tapa de vidrio. Para que la temperatura se repartiera de forma correcta en el interior de la pecera, se activó la bomba de agua *FLOJET® AHF 122202*.

El período de tiempo necesario hasta alcanzar una HR del 90% (30') fue verificado en dos ocasiones antes de comenzar la prueba, en el transcurso de una semana.

Para los ciclos de sequedad se realizaron pruebas con la incubadora *Memmert® IPP 110* ubicada en el Laboratorio 315, con apoyo de un termohigrómetro, durante 45 minutos a diferentes temperaturas (Figura 5).

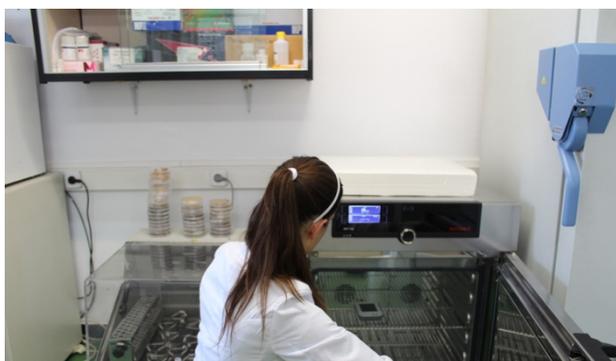


Figura 5. Comprobación de parámetros de HR en el interior de la incubadora *Memmert® IPP 110* con ayuda de Termohigrómetro

Debido a que este tipo de maquinaria se mantiene dentro de la estabilidad de confianza con fluctuaciones mínimas, se concluyó que la temperatura necesaria para conseguir el valor (+/-) 30% de HR era de 35°C, registrando valores comprendidos entre 28,7% y 30,1% de HR (Figura 6).



Figura 6. Primera comprobación de condiciones de HR para la realización de la prueba

Pruebas de radiación UV:

La prueba de Radiación UV consta de tres ciclos, y cada ciclo contiene una fase de exposición y otra de oscuridad.

Para llevar a cabo esta prueba, se utilizó la pecera de Equipamiento 10, usada anteriormente para las fases de humedad dentro de la prueba de HR.

Tras vaciar el contenido de agua microfiltrada, y limpiar y secar el interior de la pecera (Figura 7), se depositaron las piezas sobre la rejilla de apoyo y se colocó la pantalla con tubo de radiación UV.



Figura 7. Proceso de limpieza de pecera antes de la realización de la prueba de radiación UV

Para que la radiación llegara con igual intensidad a todas las muestras, se tubo en cuenta la potencia del tubo UV (10W), y la zona de influencia. De este modo, la pantalla se colocó en la parte superior de la estructura de la pecera, a 20cm de la superficie de ubicación de las muestras de ensayo (Figura 8).

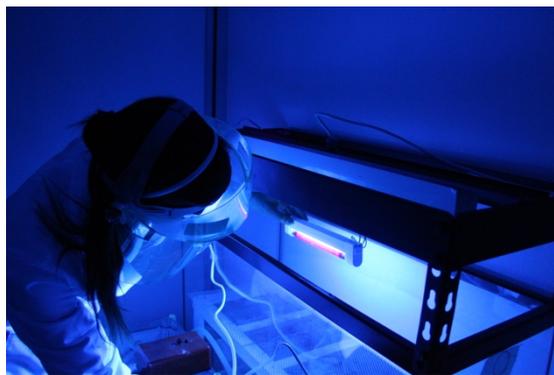


Figura 8. Comprobación de distancia y alcance de la radiación UV previa a la realización de la prueba

El habitáculo Equipamiento 10 dispone de autonomía suficiente para la realización del ensayo con seguridad para el resto del personal del edificio. De este modo, las muestras se mantienen en esta instalación durante las fases de radiación y oscuridad hasta completar la prueba (que finalizará el próximo 9 de Julio del presente año).

3.8.3. INTERFERENCIAS

Posibles variaciones en cuanto al medio:

- Incubadora. Las variaciones se solventan con un precalentamiento de 15' antes de introducir las muestras, y con una espera de otros 15' antes de su extracción para una bajada progresiva de la temperatura de las muestras que permita su extracción con seguridad.
- Pecera. Las variaciones se solventan ampliando el tiempo de espera previo a la introducción de las muestras a 30' desde que alcanza el nivel de HR requerido para la realización de la prueba.

Infraestructuras:

- Capacidad interna de almacenaje de la infraestructura disponible: se debe realizar medición previa a la fabricación de probetas para adaptar su tamaño a la capacidad de la infraestructura y maquinaria disponible.

Recursos:

- Accesibilidad a productos. Adaptación del número de probetas y masillas a los recursos disponibles, realizando una selección coherente que represente el mayor número de productos objeto de ensayo.
- Accesibilidad a herramientas e instrumental. Diseño creativo para resolver las condiciones óptimas necesarias de cada prueba, haciendo uso de los recursos disponibles.

3.9. REGISTROS DEL ENSAYO:

3.9.1. SELECCIÓN DE PARÁMETROS EVALUABLES

No existen normas estandarizadas sobre los criterios de evaluación, ya que ni siquiera existe un único protocolo internacional para el análisis mediante envejecimiento acelerado de materiales. Europa se rige por las Normas ISO, mientras que EEUU lo hace a través de las Normas ASTM.

En espera de una normativa estandarizada, cada institución realiza cierto número de pruebas bajo consideraciones y parámetros diferentes.

La selección de los parámetros evaluables para el presente trabajo se realizó en base al conocimiento teórico-práctico en relación con la tipología de deterioros presentes en material pétreo, según se analiza en el Proyecto COREMANS (2013), *Criterios de intervención en materiales pétreos*:

1. Lesiones que comportan pérdida de materia:
 - a. Foliación
 - b. Desprendimiento
2. Lesiones que sólo afectan al color o brillo de la superficie:
 - a. Cambios cromáticos
 - b. Aumento/disminución de brillo
4. Lesiones relacionadas con la deformación y rotura del material:
 - a. Fisura
 - b. Grieta
 - c. Rotura
 - d. Cambio dimensional: aumento o disminución del volumen
 - e. Deformación

3.9.2. MONITORIZACIÓN

El grupo de control fue analizado antes de iniciar el ensayo. Y, como ya se ha mencionado con anterioridad, tras superar cada prueba, se realizaron diferentes análisis individualizados de las muestras de ensayo.

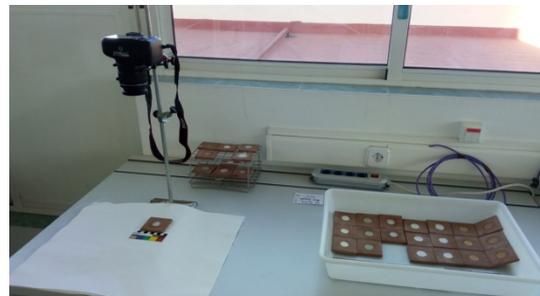


Figura 9. Condiciones de documentación fotográfica de las muestras de ensayo

Todos los análisis de monitorización se realizaron en el Laboratorio 315.I, y constaron de:

- Fotografía (Figura 9)
- Macrofotografía
- Análisis organoléptico
- Pesado de las muestras
- Fotografía con microscopio digital (Figura 10)



Todos los datos fueron recogidos en las hojas de seguimiento de las pruebas, con fichas individuales.

Figura 10. Condiciones de documentación mediante microscopio digital de las muestras de ensayo

3.9.3. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Dado que el ensayo al que se refiere el presente trabajo está aún en curso, no cabe sino describir brevemente la metodología que se seguirá para realizar el análisis e interpretación de los datos obtenidos.

1. Resultados:

- a. Gráficos comparativos
- b. Tablas de resultados
- c. Serie temporal de imágenes de procesos

2. Análisis de los resultados (interpretación de datos):

A) Análisis comparativo de cada serie de muestras en cada prueba realizada:

Las tres muestras de ensayo de cada serie se analizan individualmente a través de las fichas de seguimiento, cotejándolas después por comparativa para poder extraer las modificaciones generadas tanto en el material cerámico como en la masilla de relleno aplicada en cada prueba. Estos resultados se presentan a través de imágenes relevantes y una tabla justificativa.

B) Análisis comparativo de cada serie tras finalizar el protocolo:

En base a las tablas resultantes del anterior análisis, se procede a extraer resultados, por comparativa de series, sobre las modificaciones finales que presentan en base a los posibles deterioros en el material cerámico y en la masilla aplicada.

- C) Análisis comparativo del grupo de ensayo a través de los datos estadísticos extraídos de los análisis anteriores para cada serie de muestras:

Con los resultados extraídos del análisis completo de las series se realiza una valoración, por comparativa, de la masilla de relleno que presenta mejores índices de comportamiento en el ensayo, y de aquella que ha resultado con los efectos más negativos.

3.9.4. INFORME

Al finalizar la totalidad de los análisis, se presenta un informe general donde se incluye:

3.9.4.1. Ficha de identificación completa de las muestras, siguiendo el esquema:

NOMENCLATURA	FAMILIA (ORIGEN/NATURALEZA)
Denominación comercial del producto utilizado	
Resumen de propiedades físico-químicas	
Resumen de uso recomendado	
Metodología de aplicación	
Comportamiento ante envejecimiento	

Esta tabla se basa en la ficha de productos y materiales diseñada en 2012 por el equipo coordinado por Ubaldo Sedano Espín, Museo Thyssen-Bornemisza en 2012.

3.9.4.2. Ensayo realizado siguiendo el esquema:

NOMENCLATURA	FECHA INICIO: FECHA FINALIZACIÓN:
DEFINICIÓN DEL ENSAYO	
PRUEBA I. Nombre de la prueba y nomenclatura	Definición y descripción
	Ciclos y fases
	Metodología de aplicación
PRUEBA II. Nombre de la prueba y nomenclatura	Definición y descripción
	Ciclos y fases
	Metodología de aplicación
PRUEBA III. Nombre de la prueba y nomenclatura	Definición y descripción
	Ciclos y fases
	Metodología de aplicación

3.9.4.3. Datos de análisis

- A) Imágenes de seguimiento
- B) Tabla estadística
- C) Gráfico de resultados
- D) Ficha de resultados individuales
- E) Fichas de resultados comparativos

3.9.4.4. Posibles residuos generados (y su eliminación)

Debido a la composición de los materiales usados para el ensayo, los residuos generados corresponden a material sólido inorgánico y sólido sintético que son desechados en contenedor para residuos orgánicos y resto, ya que no contienen elementos o sustancias tóxicas.

3.9.5. CRONOGRAMA

La programación de las diferentes tareas a realizar durante el ensayo, fueron presentadas en el cronograma:



Ilustración 11. Cronograma completo de la secuencia de realización de las pruebas del protocolo presentada al tutor del ensayo

Además, fue necesario detallar en una programación completa las tareas semanales y diarias a llevar a cabo, para tener un estricto control de las pruebas y el ensayo en su conjunto en función a las variables de espacio y tiempo para su desarrollo.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	PROGRAMACIÓN SEMANAL DE ASIGNACIONES							
2	SEMANA DEL							
3	13-19/05/2019							
4	PROYECTO	LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIE	SÁB/DOM	
5	T			Comparativa imágenes	Comparativa imágenes	Comparativa imágenes		
6	HR							
7	HR1			HR1, HUMEDAD	FIN DE CICLO			
8	HR2				HR2, SEQUEDAD	FIN DE CICLO		
9	HR3					HR3, HUMEDAD		
10								
11								

Ilustración 12. Ejemplo de programación semanal de asignación de tareas programadas

CONCLUSIONES

“El restaurador de hace años se ha transformado en un especialista de la restauración y en un técnico de la ciencia de la conservación (...). Mientras que antaño se hallaba aislado, ahora constituye el elemento central de un conjunto de trabajadores de la investigación, educados en campos tan diversos por no decir contradictorios, como la historia del arte, la arqueología, la física y la química”

Paul Coremans, *La enseñanza de los restauradores* (extraído de ARCOS, 1983, pp.282)

Porque la función del Conservador-Restaurador es conservar los valores simbólicos y de uso o función de las piezas, todas sus actuaciones deben ir encaminadas al desarrollo de buenas prácticas profesionales, que implica la investigación de materiales, la conservación preventiva, la garantía de uso de materiales fiables (perdurabilidad, eficiencia, resistencia, retratabilidad). Por todo ello, se da la necesidad de que el Conservador-Restaurador esté implicado directamente dentro de los equipos de análisis colaborando con otros profesionales y especialistas para asegurar la orientación de las investigaciones. Es quien tiene la máxima responsabilidad dentro del equipo de intervención sobre la pieza, su conservación y valoración, ya que la modifica directamente.

Dentro de la metodología básica de conservación y restauración, por tanto, hay una necesidad de crear probetas donde poder realizar los diferentes testados de productos, materiales y técnicas, comprobando las distintas reacciones para encontrar aquellos productos y tratamientos idóneos a fin de garantizar la integridad física de la obra original. Por tanto, la figura del conservador restaurador se corresponde con un perfil profesional de carácter investigador, honesto y responsable que justifica la intervención con los materiales y procesos idóneos, en base a unos exhaustivos análisis de carácter científico (MACARRÓN, 2007).

La elaboración de probetas consiste en crear muestras de característica físicas y químicas semejantes a las del original, y provocarles diferentes deterioros: procesos de envejecimiento acelerado y otras patologías anexas al uso y funcionalidad, así como degradaciones derivadas de la negligencia o un acto vandálico intencionado. Deterioros que sean coherentes con aquellos que sufre o pueda sufrir el original para poder realizar pruebas analíticas de diferentes procedimientos de intervención sin que la integridad del original corra riesgo alguno (GARCÍA FERNÁNDEZ, 2014).

La realización de ensayos sobre probetas para testado de materiales y tratamientos de forma previa a la intervención es imprescindible en aquellos procesos que son irreversibles, como la limpieza y la consolidación.

La reintegración formal es la incorporación de elementos de sustitución por aquellos elementos perdidos, que consiste en un relleno con masilla de las lagunas. Pero este proceso no es imperativo, aunque se realice de forma normalizada, sino que debe llevarse a cabo en base a devolver la completa lectura o dar cohesión al objeto.

Y sólo aquellas piezas que serán expuestas debido a su valor, importancia e idoneidad, justificados por el valor simbólico y de uso o función, serán propuestas y llevadas a debate sobre dicho proceso de reintegración.

Es la figura del conservador restaurador quien debe determinar la necesidad o no de realizar una reintegración formal, atendiendo a cada caso de forma individualizada en un ejercicio de interpretación de la función expresiva de la pieza (GONZÁLEZ TIRADO, 2010).

En aquellos casos en que se estime la necesidad de realizar una reintegración volumétrica, el Conservador-Restaurador debe definir el producto y metodología que mejor se adapte a cada caso, debiendo conocer no sólo el estado de conservación y la composición y comportamiento material de la pieza, sino también las posibles soluciones en cuanto al material y método de aplicación, en un juicio crítico de aplicación de los criterios de restauración. De este modo, debe tener conocimientos teóricos y experiencia práctica suficiente. Y debe completar las posibles carencias con un exhaustivo estudio a través de ensayos concretos sobre los materiales y productos antes de aplicarlos sobre el objeto, principalmente en aquellos no tradicionales, debido a que siempre hay posibles variaciones de composición en base a la marca comercial, por la desaparición de productos en el mercado y la constante aparición de otros nuevos (MORA *et illis*, 2003).

Estos ensayos de profundización en el conocimiento (historia, materiales, factores de deterioro, patologías, metodología de aplicación, toma de decisiones, interpretación de datos de cara a la conservación y restauración de Bienes Culturales), de formación continua y actualización, deben darse, necesariamente, en un entorno de interdisciplinabilidad. Es necesario que haya una relación real entre especialistas de la conservación del patrimonio y científicos de la conservación dentro de los equipos de investigación. Sin la colaboración de las instituciones del Patrimonio y los profesionales del contexto de la conservación del patrimonio hay muchos riesgos de que los proyectos científicos pierdan su relevancia en cuanto a ciencia de la conservación, porque una investigación científica sólo nace si hay la necesidad de resolver un problema concreto y este problema se define correctamente (TAPOL (2005).

“La ciencia de la conservación-restauración es una rama de las ciencias naturales en relación con los aspectos físicos de los materiales de las obras de arte, su deterioro y restauración.

La investigación en este campo de la ciencia de la Conservación-Restauración es una forma de investigación aplicada dirigida a la preservación de los Bienes Culturales tomando en consideración sus significados documentales y Culturales.”

ICCROM-CC (2008)

La investigación aplicada en materia de Conservación-Restauración se enfoca, pues, a la conservación de los materiales originales. Por tanto, debe dirigir sus resultados hacia la resolución de problemas específicos con el desarrollo, modificación o creación de productos o procesos, que sólo son apreciados por un profesional dentro del equipo: el Conservador-Restaurador.

Gracias al desarrollo del presente trabajo, he tenido la posibilidad de profundizar en los conocimientos en cuanto a materiales, procesos y protocolos a través del estudio de referentes. De este modo, he podido continuar mi formación, actualizando los

conocimientos teóricos adquiridos durante mi trayectoria como estudiante en la Facultad de Bellas Artes, en el desarrollo del Grado en Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Además, he tenido la posibilidad, gracias al apoyo de María Arjonilla y Miguel Ángel Rogerio, de llevar a cabo el desarrollo del ensayo a través de una estancia en prácticas en el IRNAS. Así, he podido implicarme dentro de un proyecto científico, complementando mi formación académica, adquiriendo otras habilidades prácticas y conceptuales al respecto de los patrones metodológicos en materia de investigación aplicada dirigida a la Conservación-Restauración de Bienes Culturales.

FUENTES DOCUMENTALES

- ÁLVAREZ RUBIERA, Mercedes Amor y Estrella ARCOS VON HAARTMANN (1982-83), “La conservación de piezas arqueológicas: conceptos generales y tratamientos”, *Maikane* IV-V, pp.261-294
- ARCOS VON HARTMAN, Estrella y Mercedes Amor ÁLVAREZ RUBIERA (1983), “La conservación de piezas arqueológicas, conceptos generales y tratamientos”, *Maikane* nº4-5, pp. 281-294
- ARJONILLA (2008), “El Conocimiento y la Conservación de los Bienes Culturales a Través de Estrategias Interdisciplinares”, en: *Innovaciones en las Tecnologías de la Información Aplicadas a la Conservación del Patrimonio*. Cáceres: Asociación de Gestores Culturales de Extremadura, pp. 87-96.
- BARREDA USÓ, Gemma y M^a Antonia ZALBIDEA MUÑOZ (2014), “Estudio comparativo entre consolidantes para soporte pétreo con manifestación de arte rupestre mediante ensayos de penetración por tinción”, *Emerge 2014. Jornadas de Investigación Emergente en Conservación y Restauración de Patrimonio*, Valencia: Universitat Politècnica de València, pp. 81-90
- BARREDA USÓ, Gemma, M^a Antonia ZALBIDEA MUÑOZ y Julia OSCA PONS (2017), “Comparativa entre distintos consolidantes inorgánicos nanoparticulados a base de hidróxido cálcico”, *ANIAV 2017*, pp.146-153 en línea [09-05-2019] <http://dx.doi.org/10.4995/ANIAV.2017.5702>
- BRANDI, Cesare (2007), “Carta del Restauo 1972”, en *Teoría de la Restauración*, Madrid: Alianza Editorial
- BUENO VARGAS, Javier (2001), “La conservación y restauración del patrimonio. Entre la orfandad formativa y la falta de definición facultativa”, *PH* 35, pp. 32-37
- CALDUCH CERVERA, Rafael (2014), *Métodos y técnicas de investigación internacional*, Madrid: Universidad Complutense de Madrid
- CALERO-CASTILLO, Ana Isabel, Teresa LÓPEZ-MARTÍNEZ, Ana GARCÍA-BUENO y otros (2016), “Ensayos de consolidación en los revestimientos murales del Conjunto Arqueológico de *Castulo* (Linares, Jaén)”, *Ge-conservación* nº10, pp. 31-43
- CARRASCOSA, Begoña y A.I. ÁNGEL (2009), “La extracción y consolidación del material arqueológico in-situ”, *Evolución del paisaje antrópico desde la Prehistoria hasta el Medioevo*, Torre la Sal (Ribera de Cabanes, Castellón): Erik Flors Ureña, pp.367-370
- CARRASCOSA MOLINER, Begoña (2009), *La Conservación y restauración de objetos cerámicos arqueológicos*, Madrid: Editorial Tecnos
- CARRASCOSA MOLINER, Begoña y Tatiana M^a MARTÍNEZ RIERA (2015), “Estudio del comportamiento físico-mecánico de seis masillas de relleno y sellado para reintegración formal en material fósil”, *ARCHÉ* nº8, 9 y 10, pp. 77-86
- CARRASCOSA MOLINER, Begoña y M^a Amparo LINARES SORIANO (2012), “Idoneidad de los actuales estucos tradicionales empleados en la reintegración volumétrica de materiales óseos”, *ARCHÉ* nº6 y 7, pp. 48-54
- CARRASCOSA MOLINER, B, M. LASTRAS, M. REINA y otros (2009), “La conservación y restauración del material tangible recuperado”, en *Torre la Sal (Ribera de Cabanes, Castellón: evolución del paisaje antrópico desde la Prehistoria hasta el Medioevo*, Castellón: Servei d'Investigacions Arqueològiques i Prehistòriques de la Diputació de Castelló, pp. 379-396
- CATALÁN MEZQUIRIZ, Elena (2012), “Evolución de los criterios en la conservación y restauración de cerámicas: intervenciones antiguas versus nuevas intervenciones”, *Anales del Museo de América XXI*, pp.241-251
- CIMMYT (2006), *Protocolos de laboratorio: Laboratorio de Genética Molecular Aplicada del CIMMYT*, Ciudad de México: CIMMYT
- CIRUJANO, Concha (2014), “Proceso de intervención en las portadas del nacimiento y el Bautismo de la Catedral de Sevilla”, *El Plan de Catedrales (2002)*, *Revista de Bienes Culturales IPHE* nº1, pp. 101- 120
- COREMANS (2013), *Proyecto de intervención en elementos pétreos*, Madrid: Subdirección General de Documentación y Publicaciones del IPCE, Ministerio de Cultura y Deporte

- CORREA, Alexander y Catalina M. BURGOS (2007), “Diseño e implementación de una metodología estadística para ensayos de producto terminado en cementos El Cairo S.A.”, *Dyna*, Año 74, N°151, pp. 195-207
- CRISTIANI LLACH, Claudia Margarita (2002), *Evaluación de técnicas de análisis para la restauración y conservación de cerámica prehispánica*, Ciudad de México: ECU. Editorial Científica Universitaria de la Escuela nacional de Conservación, Restauración y Museografía “Manuel del castillo Negrete” INAH-SEP
- CTS, “31.3 Nuevos productos-Nano ESTEL y sus propiedades aglutinantes”, en línea [18-02-2019] <https://www.ctseurope.com/es/dettaglio-news.php?id=321>
- CTS, “38.1 Más información-EPO 150: Aplicaciones en el sector arqueológico”, en línea [18-02-2019] <https://www.ctseurope.com/es/dettaglio-news.php?id=290>
- CTS, “46.1. Más información-¡Un mortero alcohólico!”, en línea [18-02-2019] <https://www.ctseurope.com/es/dettaglio-news.php?id=408>
- CTS, “48.3. Nuevos productos-Llega el nuevo Templum”, en línea [18-02-2019] <https://www.ctseurope.com/es/dettaglio-news.php?id=424>
- CTS, “EVA ART”, en línea [18-02-2019] <https://www.ctseurope.com/es/scheda-prodotto.php?id=3987>
- DO LAGO, Paulo R (1981), “Algunos ensayos para la evaluación y control de adhesivos epoxi para hormigón”, *Informes de Construcción* Vol.32 n°328, pp.47-60
- DOMÉNECH-CARBÒ, M^o Teresa, Peter MOTTNER, Antonio DOMÉNECH-CARBÒ y otros (2004), “Analysis of archaeological glazed ceramics from Manises by atomic force microscopy (AFM), electrochemical techniques and scanning electron microscopy/X-RAY microanalysis (SEM/EDX)”, *Actas XV Congreso de Restauración de Bienes Culturales, Murcia*, Murcia: Consejería de Educación y Cultura, Dirección General de Cultura, pp.1143-1154
- ECCO (2002), *Directrices profesionales de la E.C.C.O: la profesión y su código ético*, en línea [04-04-2019] https://ge-iic.com/files/Cartasydocumentos/2002_directrices_%20profesionales_de_ecco_la_profesion_y_su_codigo_etico.pdf
- ECCO (2013), *Competencias necesarias para acceder a la profesión de Conservador-Restaurador*, en línea [02-04-2019] http://www.ecco-eu.org/fileadmin/assets/documents/publications/ECCO_Competiciones_ES.pdf
- FERRER MORALES, Ascensión (1998), *La pintura mural. Su soporte, conservación, restauración y las técnicas modernas*, Sevilla: Universidad de Sevilla
- FERRER MORALES, Ascensión (2007), *La cerámica arquitectónica. Su conservación y restauración*, Sevilla: Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla
- FLORES ALÉS, Vicente (1999), *Estudio, caracterización y restauración de materiales cerámicos*, Sevilla: Universidad de Sevilla. Secretariado de publicaciones. Instituto Universitario de Ciencias de la Construcción
- FLORES LÓPEZ, Laura (2016), *Estudio del comportamiento de adhesivos sintéticos y de sus propiedades físico-químicas sobre soporte ligneo*, Valencia: UPV. Universidad Politécnica de Valencia
- GALÁN PÉREZ, Ana y Diana PARDO SAN GIL (2018), *Las Profesiones del Patrimonio Cultural. Competencias, formación y transferencia del conocimiento: reflexiones y retos en el Año Europeo del Patrimonio Cultural 2018*, Albacete: Ge-IIC y ACRE
- GOBIERNO DE ARAGÓN (2009), *Guía metodológica para la elaboración de protocolos basados en la evidencia*, Aragón: Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud,
- GONZÁLEZ LABRADOR, Ignacio (2010), “Partes componentes y elaboración del protocolo de investigación y del trabajo de terminación de la residencia”, *Revista Cubana de Medicina General Integral* 26(2), pp.387-406
- GONZÁLEZ TIRADO, Carolusa (2010), “El restaurador como artista-intérprete”, *Intervención* Año 1, N°1 Enero-junio, pp. 7-15
- GÓMEZ, M^aLuisa (2014), *La restauración. Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte*, Madrid: Cátedra

- IAPH, “Profesionales de la restauración”, en *Profesiones*, en línea [09-05-2019] <https://www.iaph.es/web/canales/formacion/orientacion-profesional/profesiones/restaurador.html>
- ICOM-CC (1984), *El conservador-restaurador: una definición de la profesión*, Copenhague: ICOM-CC
- ICOM-CC (2008). *Terminología para definir la conservación del patrimonio cultural tangible*, Nova Delhi: ICOM-CC, en línea [03-04-2019] [file:///C:/Users/user/Desktop/TFM/ICOM-CC/Resolucion Terminologia Espanol.pdf](file:///C:/Users/user/Desktop/TFM/ICOM-CC/Resolucion%20Terminologia%20Espanol.pdf)
- ICOMOS (1997), *Documento de Pavía. Preservación del Patrimonio Cultural: Hacia un perfil europeo del Conservador-Restaurador*, en línea [03-04-2019] <http://www.icomos.es/wp-content/uploads/2017/05/22.documento-pavia1997.pdf>
- IPCE (2003), “Criterios de intervención en materiales pétreos. Conclusiones de las Jornadas celebradas en febrero de 2002 en el Instituto del Patrimonio Histórico Español, Bienes Culturales”. *Revista del Instituto del Patrimonio Histórico Español*, nº2
- IPCE (s.a), *Proyecto POLYEVRT*, en línea [07-04-2019] <http://www.culturaydeporte.gob.es/cultura/areas/patrimonio/mc/polyevart/presentacion.html>
- LASTRAS PÉREZ, Monserrat, *Investigación de las masillas de relleno para la reintegración de lagunas cerámicas arqueológicas* (2007), Valencia: Facultad de BBAA San Carlos, Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, pp.85-120
- LASTRAS PÉREZ, Monserrat, M^a Teresa DOMÈNECH CARBÒ, Begoña CARRASCOSA MOLINER y otros (2007), “Reposición de lagunas en cerámica arqueológica. Comparación de la escayola y un producto comercial ante ensayos de envejecimiento acelerado”, *Archè* nº2, pp. 90-94
- LASTRAS PÉREZ, Monserrat, Marisa MARTÍNEZ BAZÁN y Begoña CARRASCOSA MOLINER (2007), “Estucos en la reposición de faltantes en azulejería expuesta en el exterior. Estudio de los cambios colorimétricos tras distintos ensayos de envejecimiento acelerado”, *Archè* nº2, pp. 95-98
- LASTRAS PÉREZ, Monserrat, Dolores Julia YUSA MARCO y Ania MUNERA TORRÓ (2011-12), “Restauración de cerámica arqueológica: la eficacia del estrato intermedio”, *ARCHÉ*, números 6y7, pp. 213-220
- LIMÓN GALLEGO, Miryam y Alma Maythé LOZA BARAJAS (2012), “El restaurador como intermediario en la intervención de arte contemporáneo: la toma de decisiones”, *Intervención* nº4, pp.53-58
- LINARES GONZÁLEZ, J., Francisco HUERTAS GARCÍA y Josefa CAPEL MARTÍNEZ (1983), “La arcilla como material cerámico. Características y comportamiento”, *Cuadernos de prehistoria y arqueología de la Universidad de Granada*, Nº 8, pp. 479-490
- LINARES SORIANO, M^a Amparo y Begoña CARRASCOSA MOLINER (2015), “Resinas acrílicas empleadas en la elaboración de masillas para la reintegración volumétrica de materiales óseos arqueológicos: estudio colorimétrico del envejecimiento artificial acelerado ultravioleta”, *ARCHÉ* nº8, 9 y 10, pp.179-190
- LLAMAS PACHECO, Rosario (2010), *Conservar y restaurar el arte contemporáneo*, Valencia: Universitat Politècnica de València
- LLAMOSA R, Luis Enrique, Luis G. MEZA CONTRERAS y Marcela BOTERO ARBELAEZ (2007), “Estudio de repetibilidad y reproducibilidad utilizando el método de promedios y rangos para el aseguramiento de la calidad de resultados de calibración de acuerdo con la Norma Técnica NTC-ISO/IEC 17025”, *Scientia et Technica* Año XIII, Nº35, Agosto, pp.455-460
- LUPIÁN ÁLVAREZ, Juan José y María ARJONILLA ÁLVAREZ (2010), “La cerámica aplicada en arquitectura: hacia una normalización de los criterios de intervención”, *Ge-conservação / conservação*, Nº. 1, pp. 99-126
- MACARRÓN MIGUEL, Ana María y Ana GONZÁLEZ MOZO (2007), “La problemática de la obra de arte contemporáneo”, *La conservación y restauración en el S.XX*, Madrid: Editorial Tecnos, pp.199-208

- MARTÍN CASTELLANO, Estrella y José POZO CANALES (2016), “Consolidación de material óseo fósil: estudio de penetración de consolidantes”, *PH INVESTIGACIÓN* nº7, pp.25-51
- MATEOS REDONDO, Félix J., Rosa M^a ESBERT ALEMANY, Araceli ROJO ÁLVAREZ y otros (2006), “Evaluación del grado de penetración de tratamientos consolidantes mediante la determinación de las variables de las variaciones de velocidad de propagación de ondas longitudinales”, *Recopar* nº3, pp.33-38
- MERINO MENA, Irene (2015), *Propuesta de regulación de la profesión de Conservador-Restaurador*, Madrid: Universidad Complutense de Madrid
- MORA, Paolo y Laura, y Paul PHILLIPOT (2003), *La conservación de las pinturas murales*, Bogotá: Universidad Externado de Colombia e ICCROM
- MUÑOZ VIÑAS, Salvador (2003), *Teoría contemporánea de la Restauración*, Madrid: Editorial Síntesis SA
- MURILLO, Javier, Cynthia MARTÍNEZ GARRIDO y Guillermo BELAVI (2017), “Sugerencias para escribir un Buen Artículo Científico en Educación”, *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 15(3), pp. 5-34.
- OSCA PONS, Julia (2011), “El empleo de consolidantes inorgánicos y organosilíceos como alternativa a los consolidantes orgánicos”, *Tratamiento y metodología de conservación de pinturas murales*, Aguilar del Campoo: Fundación Santa María la Real
- OSTINELLI, Miriam M y Daniel A. CARREIRA, “Pautas para elaborar protocolos de ensayo”, VI IBEROLAB. Congreso virtual iberoamericano. Gestión de calidad en laboratorios, en línea [09-05-2019] <http://www.iberolab.org/opencms/opencms/congreso/IberolabVI2011/index.html>
- PACHECO, Francisco (1871), *Arte de la pintura. Su antigüedad y grandeza*, Madrid: Edición de Don Mariano de la Roca y Delgado. Librería de Don León Pablo Villaverde
- PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio (1724), “Tomo II: Práctica de la pintura en que se trata del modo de pintar al óleo, temple, fresco, con la resolución de todas las dudas que en su manipulación puedan ocurrir (...)”, *El museo pictórico y la escala óptica*, Madrid: Viuda de Juan García Infancon
- PÉREZ JORDÁ, Zoraida Pilar (2014), *Masillas de relleno para la reintegración volumétrica de escultura lígnea. Nuevas propuestas*, Valencia: UPV. Universidad politécnica de Valencia
- PORTO TENEIRO, Yolanda (2000), “Medidas urgentes de conservación en intervenciones arqueológicas”, *CAPA 13*
- RALLO, Carmen y María SANZ (2005), “El papel del conservador-restaurador en el museo”, *Museos.es*, en línea [04-04-2019] <https://es.calameo.com/read/000075335149f75b71574>
- REDALH (2014), *Manual de Buenas Prácticas. Restauración de madera, yeso y cerámica*, Granada: Patronato de la Alhambra y Generalife.
- RUBIO DOMENE, Ramón F (2011), “Restauración de yeserías y alicatados del patronato de la Alhambra y Generalife”, *Restauración & Rehabilitación* nº114-115, pp.92-101
- RUÍZ DE LACANAL RUIZ-MATEOS, M^a Dolores (2018), “El papel del Conservador-Restaurador en los planes de protección de Conjuntos Históricos”, *Ge-Conservación* nº14, pp. 290-297
- SÁNCHEZ ANCHA, Yolanda, Francisco Javier GONZÁLEZ MESA, Olga MOLINA MÉRIDA y otros (2011), *Guía para la elaboración de protocolos*, Málaga: Biblioteca Lascasas
- SANZ NAJERA, M (1998), “La conservación arqueológica”, *Muribe. Antropología y arqueología*, Suplemento nº8, pp.65-71
- TAPOL, Benoit de (2005), “¿Qué orientación tiene la ciencia en la conservación?”, *Investigación en conservación y restauración: II Congreso del Grupo Español del IIC: [9, 10 y 11 de noviembre de 2005, Barcelona]*, Barcelona: Museu Nacional d'Art de Catalunya, pp. 59-74
- TORRENS TERRES, Juan M^a (1965), “Vía seca o vía húmeda”, *Materiales de Construcción* Vol. 15, nº 118-119, Madrid: Consejo superior de investigaciones científicas, pp. 19-29
- TORRES GUERRERO, Mery Ann (2009), *Evaluación de adhesivos sensibles a la presión. Caso de estudio*, Coahuila: CLOA. Centro de Investigación en química aplicada
- VITRUVIO POLION, Marco (1997). *Los diez libros de Arquitectura*, Libros II, VII y VIII, Madrid: Alianza Editorial

VIVANCOS-RAMÓN, M^a Victoria, Susana MARTÍN-REY, J. Manuel SIMÓN-CORTÉS y otros (2015), “Nuevas formulaciones de materiales de relleno multicomponentes empleados en intervención de escultura contemporánea de exterior”, *PH Investigación* nº04, pp. 63-75

ANEXO I. Resumen del proyecto POLIEVART (IPCE)

Proyecto: Objetivos

El objetivo primordial de esta investigación es establecer un protocolo de trabajo adaptado al estudio de las propiedades de los materiales poliméricos usados en Conservación y Restauración de los Bienes Culturales. Los resultados obtenidos contribuirán a facilitar la selección de aquellos que cumplan los criterios de estabilidad y compatibilidad con los materiales originales de los Bienes Culturales. Todo ello contribuirá, además, a incrementar la información manejada por los profesionales de la Conservación de los Bienes Culturales de los materiales poliméricos empleados. Dentro de este marco general, se han planteado los siguientes objetivos concretos:

- Ampliación de la librería de patrones analíticos de estos materiales, empleando técnicas microscópicas, espectroscopía infrarroja, pirólisis-cromatografía de gases, espectrometría de masas y espectrofotolorimetría
- Estudio de los resultados obtenidos referidos a su comportamiento al ser sometidos a condiciones controladas de envejecimiento (factores ambientales a considerar: humedad, temperatura e iluminación)
- Evaluación de su estabilidad, especialmente la relacionada con las propiedades que los hacen eficaces para cumplir su función
- En el caso de materiales filmógenos que están en contacto directo con el Bien Cultural, valoración del efecto resultante de la eliminación de estos productos y sus sustitución por otros, sin introducir nuevos daños en los Bienes Culturales.
- Divulgación de los resultados obtenidos mediante su publicación en revistas científicas y presentación en Congresos de prestigio internacional. Actividades de difusión entre los conservadores y restauradores mediante la presentación de los resultados en Conferencias, Jornadas, Seminarios y Workshops. Creación de una página web con un dominio específico que contenga los resultados del Proyecto.

Método de trabajo. Las etapas de trabajo de la investigación han sido las siguientes:

- Recopilación y revisión de la información y documentación relacionada con los materiales poliméricos: composición, obtención, propiedades, procesado, causas y mecanismos de degradación y técnicas analíticas utilizadas en su caracterización
- Selección de materiales atendiendo a la información y necesidades planteadas en las reuniones multidisciplinares mantenidas con restauradores y conservadores
- Análisis de los materiales seleccionados (físico, químico y morfológico)
- Ensayos de envejecimiento inducido de los materiales seleccionados
- Análisis de los materiales después de su envejecimiento acelerado (físico, químico y morfológico)
- Interpretación y evaluación del conjunto de los resultados obtenidos
- Valoración de la calidad de los materiales investigados

Cualquier observación o consulta sobre los contenidos del micrositio: polyevart.ipce@mcu.es

Presentación Evaluación de Productos utilizados en Conservación y Restauración de Bienes Culturales POLYEVART

El continuo desarrollo de nuevos polímeros sintéticos y los avances relacionados con sus técnicas de procesado, han dado lugar a la aparición en el mercado de una amplia variedad de productos que, en general, no han sido diseñados para su uso en el campo de la Conservación y Restauración de los Bienes Culturales. Sin embargo, muchos de ellos están siendo utilizados en este contexto, puesto que presentan ciertas propiedades de interés que no son aportadas por otros materiales empleados tradicionalmente. Estas circunstancias hacen que sea necesario proceder a un estudio detallado de su composición y características iniciales y, especialmente, de su comportamiento a largo plazo.

Con esta finalidad se ha planteado la investigación “Evaluación de Productos utilizados en Conservación y Restauración de Bienes Culturales” (POLYEVART) que, a iniciativa de Marisa Gómez, química del Instituto del Patrimonio Cultural de España, motiva en el año 2009 la firma de un convenio de colaboración entre la Dirección General de Bellas Artes y Bienes Culturales del Ministerio de Cultura y el Vicerrectorado de Investigación y Política Científica de la Universidad Complutense de Madrid para el desarrollo y financiación del proyecto POLYEVART con el grupo de investigación de Margarita San Andrés (Grupo UCM-930420), Profesora Titular del Departamento de Pintura y Conservación-Restauración de la UCM. Este proyecto fue gestionado por Marián del Egido y codirigido por Marisa Gómez y Margarita San Andrés y en el que participó un equipo interdisciplinar, compuesto por personal de los Servicios de Conservación y Restauración de Obras de Arte, Conservación y Restauración de Patrimonio Bibliográfico, Documental y Obra Gráfica, Documentación, Difusión, así como la Sección de Análisis de Materiales del Área de Investigación y Formación del IPCE, y del Departamento de Pintura y Conservación-Restauración de la UCM.

Posteriormente este trabajo ha contado con el apoyo de dos proyectos de investigación I+D+i dirigidos por Margarita San Andrés, “POLÍMEROS SINTÉTICOS USADOS EN CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE OBJETOS PATRIMONIALES. CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE SU COMPORTAMIENTO A LARGO PLAZO” (Ref. CTQ2010-20861), financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación durante los años 2011-2013 y “MATERIALES POLIMERICOS DE ORIGEN SINTETICO. NUEVOS USOS Y PRESTACIONES EN LA CONSERVACION Y RESTAURACION DEL PATRIMONIO CULTURAL” (Ref. HAR2015- 68680-P), financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad, durante los años 2016-2018. Como fruto de estos trabajos en noviembre de 2015 Ruth Chércoles Asensio defendió su tesis doctoral “Estudio del comportamiento fisico-químico de materiales poliméricos utilizados en conservación y restauración de bienes culturales” y en junio de 2017, María López Rey defendió su tesis doctoral “Métodos y materiales de limpieza alternativos al medio acuoso en tratamientos de Conservación-Restauración de materiales textiles”.

El principal objetivo ha sido desarrollar un protocolo de evaluación sistematizado, que contribuya a establecer criterios de selección de los materiales poliméricos de origen sintético más adecuados en las distintas aplicaciones relacionadas con la conservación, restauración y protección de bienes culturales y que, además, oriente a los profesionales involucrados sobre la metodología a seguir en cada uso concreto. Los materiales objeto de estudio pertenecen a los siguientes grupos:

- Materiales usados como **productos de conservación, embalaje, depósito y exposición**. Polímeros en contacto con los Bienes Culturales (de sujeción, protectores, aislantes y de embalaje)
- Materiales filmógenos utilizados en el **tratamiento de los Bienes Culturales** (adhesivos, consolidantes y recubrimientos).

El criterio de selección ha sido doble; por un lado se han priorizado aquellos que se utilizan comúnmente en las distintas especialidades que abarcan la conservación y restauración de los bienes culturales de pequeño formato (Bienes Muebles). Por otra parte, también se han considerado los nuevos productos aparecidos en el mercado y de los que la información de su comportamiento a largo plazo resulta más escasa.

Para abordar esta investigación se ha formado un equipo multidisciplinar compuesto por científicos, restauradores y conservadores pertenecientes al Instituto de Patrimonio Cultural de España (IPCE) y al Departamento de Pintura y Conservación-Restauración de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid (UCM). También se ha contado con la colaboración de diferentes Museos y de otras Instituciones.

Toda la información obtenida se ha sistematizado en unas fichas de productos de manera que resulten fácilmente accesibles para una consulta rápida sobre el uso de estos materiales poliméricos por parte de toda la comunidad internacional que tiene encomendada la conservación de bienes culturales.

Técnicas analíticas y protocolos de envejecimiento

La primera etapa de la investigación experimental ha supuesto el análisis previo de la composición y las propiedades de los materiales poliméricos objeto de estudio:

- identificación de los componentes (matriz polimérica, aditivos y cargas)
- estudio de la morfología
- determinación de las propiedades colorimétricas
- estudio de las propiedades físicas

Estos análisis han sido realizados nuevamente, una vez finalizados los ensayos de envejecimiento artificial acelerado, empleando los mismos métodos de caracterización y manteniendo los parámetros de trabajo. La aplicación sistemática de estas técnicas hace posible determinar las modificaciones químicas y físicas experimentadas por estos materiales como consecuencia de su envejecimiento artificial acelerado.

Técnicas analíticas y protocolos de envejecimiento

Todos los ensayos de envejecimiento artificial acelerado se llevan a cabo en determinadas condiciones que han sido aplicadas siguiendo normas de ensayo.



a. Temperatura

Equipamiento: Estufa PSelecta con control de temperatura.

Temperatura

Protocolo de envejecimiento
(según norma ISO 9142:2003)

T (°C)	Tiempo (h)
60°C	24
60°C	504

Temperatura

Protocolo de envejecimiento (según norma ISO 9142:2003)

60°C	I272
* Las muestras son previamente acondicionadas a una temperatura ambiente, antes de realizar las medidas y los análisis correspondientes a cada ciclo.	



b. Temperatura y humedad

Equipamiento: Cámara climática Heraeus Vötsch (HC mod. 2020).

Temperatura y humedad

Protocolo de envejecimiento (según norma ISO 9142:2003)

HR (%)	T (°C)	Tiempo (h)
90	23	24
30	55	24
90	23	72
30	55	48
* Las muestras se mantienen durante 24h a HR=50% y T=23°C después del ciclo de envejecimiento (168h) y antes de realizar las medidas y los análisis		



c. Radiación

Equipamiento: Cámara Suntest XLS+ con lámpara arco-Xenon ($\lambda \geq 295\text{nm}$, radiación 550 W/m^2 . $T_{\text{max}}=45^\circ\text{C}$ con cristal-ventana para simular la exposición en interiores).

Radiación

Protocolo de envejecimiento (norma ISO 4892-2)			
Ciclos de envejecimiento			Tiempos de control*
Ciclo	Exposición a la radiación (h)	Oscuridad (h)	Exposición + Oscuridad
1	120	24	120h + 24h
2	240	48	360h + 72h
3	480	72	840h + 144h
4	960	96	1800h + 240h
* Horas totales de envejecimiento que corresponden a cada control (Exposición + Oscuridad).Las muestras son previamente acondicionadas a una temperatura ambiente, antes de realizar las medidas y los análisis correspondientes a cada ciclo			

En las fichas de productos se recoge la información correspondiente a la interpretación de los resultados analíticos y de los ensayos físicos realizados (antes y después del envejecimiento acelerado).

ANEXO II. Manual de buenas prácticas de laboratorio



MINISTERIO
DE EDUCACION
Y CIENCIA



CONSEJO SUPERIOR
DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS

MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO



SUBDIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS HUMANOS

Área de Prevención de Riesgos Laborales

Redactado por:
Servicio de Prevención de Riesgos
Laborales del CSIC en Sevilla
Sevilla, febrero de 2007

INDICE:

Introducción	1
Organización del trabajo	2
Hábitos personales	3
Hábitos de trabajo	4
Frases R y S	6
Uso de cancerígenos, mutágenos, y tóxicos para la reproducción	8
Identificación de productos	11
Trasvases	12
Reacciones peligrosas	13
Gestión de residuos	14
Medios de protección	15
Uso de material de vidrio	16
Actuaciones en caso de vertidos	17
Incendios y otras emergencias	18
Incompatibilidades químicas	19
Agentes biológicos	23
Agentes físicos	26
Legislación de referencia	30
Bibliografía	31
Estructura organizativa de la prevención de riesgos laborales en el CSIC	32

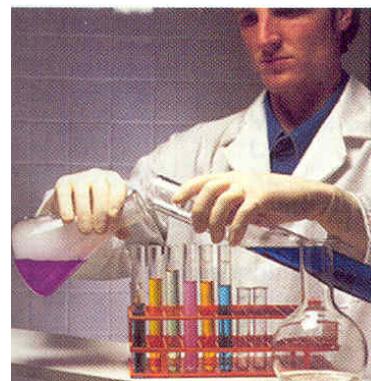
BUENAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

INTRODUCCIÓN:

Por sus propias características, el trabajo en el laboratorio presenta una serie de riesgos de origen y consecuencias muy variadas, relacionados básicamente con las instalaciones, los productos que se manipulan (y también con las energías y organismos vivos) y las operaciones que se realizan con ellos. Con respecto a los productos debe tenerse en cuenta que suelen ser muy peligrosos, aunque normalmente se emplean en pequeñas cantidades y de manera discontinua. En consecuencia, la prevención de los riesgos en el laboratorio presenta unas características propias que la diferencian de otras áreas productivas.

La organización del laboratorio debe permitir la correcta gestión de la prevención. Partiendo del propio compromiso de la dirección, el laboratorio debe estar adecuadamente jerarquizado para que la aplicación del principio de la seguridad en línea se pueda establecer sin problemas.

Si se cuenta con las adecuadas instalaciones, las técnicas de trabajo estudiadas e implantadas (tanto en orden a la calidad del trabajo, como a la seguridad) y el personal tiene una formación suficiente, en un buen número de actividades los riesgos se eludirían. En un laboratorio, independientemente de la naturaleza de los agentes utilizados, no ocurre lo mismo dado que «el agente» suele ser peligroso "per se", y en definitiva el «proceso a seguir» es usualmente una reacción química o un cambio fisicoquímico con sus exigencias de aportes energéticos o bien sus liberaciones de energía. Por otra parte, el material básico de utilización es el vidrio, cuyas propiedades mecánicas no favorecen ciertamente la seguridad.



Esta situación conduce necesariamente a una atención especial por parte del trabajador del laboratorio, que podría concretarse en una serie de precauciones que deben mantenerse permanentemente durante el trabajo. Estas precauciones pueden concretarse específicamente para cada laboratorio en función de su actividad, considerando minuciosamente los posibles incidentes que pueden ocurrir en el desarrollo de las diferentes técnicas.

En líneas generales, sin embargo, es posible detallar algunas precauciones o medidas generales, que como se verá a continuación, tienden a crear una determinada actitud en el personal. No una actitud de temor frente a los riesgos, pero sí una actitud de prudencia que es, tras los métodos de control, el mejor recurso preventivo que puede ponerse en juego.

ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

El trabajo en el laboratorio, aún en el de investigación, con personal no fijo, estudiantes, tesinandos, doctorandos, investigadores etc., debe estar debidamente jerarquizado, con unas cadenas de responsabilidad

claramente definidas. El comité o la persona encargada de la seguridad, la salud y las condiciones de trabajo debe velar por la permanente mejora de éstas juntamente con el máximo responsable del laboratorio, a su vez, máximo responsable de la salud de las personas que trabajan en él.



La organización del trabajo en el laboratorio debe permitir que cualquier alteración (trabajo fuera de horas, por la noche, aparatos fuera de servicio, anomalías en el suministro de agua y energía, etc.) sea conocida por todos y permita así la adopción de las medidas

oportunas desde el punto de vista de la seguridad (evitar que se trabaje solo, prevenir los cortes de agua y luz, etc.). Otros aspectos, como el control de existencias, el adecuado etiquetaje e identificación de reactivos, la señalización y el mantenimiento adecuado de los equipos de protección individual, extintores, duchas y lavaojos, el orden y limpieza en el laboratorio y en el almacén de reactivos, la formación de socorristas, actuación en emergencias, etc. son una serie de actividades que sólo tendrán lugar con garantías si existe una buena organización y jerarquización en el laboratorio.

Aspectos puntuales relacionados con la organización del laboratorio que deben ser tenidos en cuenta son los siguientes:

- La organización del laboratorio debe adecuarse para el mantenimiento de un buen nivel preventivo.
- No debe trabajar nunca una persona sola en el laboratorio y especialmente fuera de horas habituales o en operaciones con riesgo.
- De las operaciones con riesgo se debe informar incluso a las personas que no intervengan en las mismas.
- Se debe trabajar en las vitrinas siempre que se manipulen productos tóxicos o inflamables y comprobar periódicamente su correcto funcionamiento.
- Los reactivos almacenados en el laboratorio deben preservarse del sol, no guardarse en estanterías altas, cuidar su etiquetado y mantenerlos en las cantidades imprescindibles.
- No deben utilizarse refrigeradores convencionales para contener productos inflamables, si no han sido modificados para reducir el riesgo de chispas.
- Debe regularse adecuadamente la eliminación de residuos. No se debe eliminar por el desagüe, aunque sea en pequeñas cantidades, productos tales como: los que reaccionan violentamente con el agua, muy tóxicos, pestilentes, lacrimógenos, no biodegradables y cancerígenos.



HÁBITOS PERSONALES

Con respecto a los hábitos personales del trabajador, entendiendo como tales a los inherentes a su comportamiento al margen de los que haya desarrollado para el trabajo, han de observarse las siguientes precauciones:

- Mantener en todo momento las batas y vestidos abrochados.
- No abandonar objetos personales en mesas de trabajo o poyatas.
- No comer ni beber en los laboratorios.
- No guardar alimentos ni bebidas en los frigoríficos del laboratorio.
- No fumar en los laboratorios.
- Las batas no deberían llevarse a lugares de uso común: bibliotecas, cafeterías, comedores, etc.
- Es recomendable usar gafas de seguridad cuando se manipulen productos químicos o líquidos en ebullición.
- No utilizar lentes de contacto en el laboratorio.
- No es aconsejable guardar la ropa de calle en el laboratorio.
- Lavarse las manos antes de abandonar el laboratorio, al quitarse unos guantes protectores y siempre que se haya estado en contacto con material irritante, cáustico, tóxico o infeccioso.



HÁBITOS DE TRABAJO

Por lo que respecta a los hábitos adquiridos en la época de formación, o bien a lo largo de los años de trabajo en el laboratorio, deben tenerse en cuenta las recomendaciones siguientes:

▲ No manipular un producto químico sin conocer sus características físico-químicas y toxicológicas.

						
T+ T	F+ F	N	Xn Xi	C	E	O

▲ Deberán conocerse como mínimo las frases R y S (ver páginas 6 y 7 de este manual) de los productos, incluidos en la etiqueta del envase.

ISOPROPANOL		Nº- CEE: 200-661-7
	F	CONSEJOS DE PRUDENCIA:
Fácilmente inflamable		S-2 Manténgase fuera del alcance de los niños. S-7 Manténgase el recipiente bien cerrado. S-16 Conservar alejado de toda llama fuente de o chispas.
RIESGOS	ESPECÍFICOS:	No fumar.
R-11 Fácilmente inflamable		
FABRICANTE: ACME, S.A. Av. Dr. Niquete, 0123 EL MAR T.: 900 71 71 71 Países Unidos		

EXIGIR LAS FICHAS DE DATOS DE SEGURIDAD

▲ No llenar los tubos de ensayo más de dos o tres cm.

▲ Calentar los tubos de ensayo de lado y utilizando pinzas.

▲ No llevar tubos de ensayo ni productos en los bolsillos de las batas.



▲ Utilizar en todo momento gradillas y soportes.



▲ Transportar los productos en bandejas o recipientes para evitar derrames en caso de roturas.

▲ No tocar con las manos ni probar los productos químicos.

▲ No trabajar separado de la mesa o poyata.

▲ No efectuar pipeteos con la boca.

▲ Asegurarse del enfriamiento de los materiales antes de aplicar directamente las manos para cogerlos.

▲ Utilizar la vitrina siempre que sea posible.

▲ Al terminar el trabajo, asegurarse de la desconexión de aparatos, agua, gases, etc.

▲ Los mecheros no deberán dejarse encendidos sin vigilancia.

▲ Al finalizar una tarea u operación, recoger materiales, reactivos, equipos, etc., evitando las acumulaciones innecesarias.

▲ Usar y almacenar productos inflamables en las cantidades imprescindibles.



HÁBITOS DE TRABAJO

⚠ Sustituir los productos químicos más peligrosos por otros que sean de menor peligrosidad:

PRODUCTO	SUSTITUTO
Benceno	Ciclohexano, tolueno
Cloroformo, tetracloruro de carbono, percloroetileno, tricloroetileno	Metilcloroformo, fluorocarbonos
Dioxano	THF
2-Nitropropano	1-Nitropropano, nitroetano
n-Hexano	n-Heptano
N,N-Dimetilformamida	N-Metilpirrolidina
Metanol	Etanol

⚠ Respetar posibles incompatibilidades de los productos al almacenarlos:

						
	+	-	-	-	-	+
	-	+	-	-	-	-
	-	-	+	-	-	+
	-	-	-	+	-	-
	-	-	-	-	+	○
	+	-	+	-	○	+

+ Se pueden almacenar conjuntamente
 ○ Solamente podrán almacenarse juntas, si se adoptan ciertas medidas específicas de prevención
 - No deben almacenarse juntas

FRASES R y S

Frases R:

Propiedades fisicoquímicas a)	Propiedades toxicológicas b)
<p>R1 Explosivo en estado seco. R2 Riesgo de explosión por choque. fricción. fuego u otras fuentes de ignición. R3 Alto riesgo de explosión por choque. fricción. fuego u otras fuentes de ignición. R4 Forma compuestos metálicos explosivos muy sensibles. R5 Peligro de explosión en caso de calentamiento. R6 Peligro de explosión. en contacto o sin contacto con el aire. R7 Puede provocar incendios. R8 Peligro de fuego en contacto con materias combustibles. R9 Peligro de explosión al mezclar con materias combustibles. R10 Inflamable. R11 Fácilmente inflamable. R12 Extremadamente inflamable. R14 Reacciona violentamente con el agua. R15 Reacciona con el agua liberando gases extremadamente inflamables. R16 Puede explosionar en mezcla con sustancias comburentes. R17 Se inflama espontáneamente en contacto con el aire. R18 Al usarlo pueden formarse mezclas aire-vapor explosivas/inflamables. R19 Puede formar peróxidos explosivos. R44 Riesgo de explosión al calentarlo en ambiente confinado.</p>	<p>R20 Nocivo por inhalación. R21 Nocivo en contacto con la piel. R22 Nocivo por ingestión. R23 Tóxico por inhalación. R24 Tóxico en contacto con la piel. R25 Tóxico por ingestión. R26 Muy tóxico por inhalación. R27 Muy tóxico en contacto con la piel. R28 Muy tóxico por ingestión. R29 En contacto con agua libera gases tóxicos. R30 Puede inflamarse fácilmente al usarlo. R31 En contacto con ácidos libera gases tóxicos. R32 En contacto con ácidos libera gases muy tóxicos. R33 Peligro de efectos acumulativos. R34 Provoca quemaduras. R35 Provoca quemaduras graves. R36 Irrita los ojos. R37 Irrita las vías respiratorias. R38 Irrita la piel. R39 Peligro de efectos irreversibles muy graves. R40 Posibilidad de efectos irreversibles. R41 Riesgo de lesiones oculares graves. R42 Posibilidad de sensibilización por inhalación. R43 Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel. R65 Nocivo: si se ingiere puede causar daño pulmonar. R66 La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel. R67 La inhalación de vapores puede provocar somnolencia y vértigo.</p>
Efectos específicos sobre la salud	Efectos sobre el medio ambiente c)
<p>R45 Puede causar cáncer. R46 Puede causar alteraciones gen éticas hereditarias. R48 Riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada. R49 Puede causar cáncer por inhalación. R60 Puede perjudicar la fertilidad. R61 Riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto. R62 Posible riesgo de perjudicar la fertilidad. R63 Posible riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto. R64 Puede perjudicar a los niños alimentados con leche materna. R 68 Posibilidad de efectos irreversibles</p>	<p>R50 Muy tóxico para los organismos acuáticos. R51 Tóxico para los organismos acuáticos. R52 Nocivo para los organismos acuáticos. R53 Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático. R54 Tóxico para la flora. R55 Tóxico para la fauna. R56 Tóxico para los organismos del suelo. R57 Tóxico para las abejas. R58 Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente. R59 Peligroso para la capa de ozono.</p>

FRASES R y S

Frases S:

<p style="text-align: center;">Almacenamiento y manipulación a)</p> <p>S1 Consérvese bajo llave. S2 Manténgase fuera del alcance de los niños. S3 Consérvese en lugar fresco. S4 Manténgase lejos de locales habitados. S5 Consérvese en ...(líquido apropiado a especificar por el fabricante). S6 Consérvese en ...(gas inerte a especificar por el fabricante). S7 Manténgase el recipiente bien cerrado. S8 Manténgase el recipiente en lugar seco. S9 Consérvese el recipiente en lugar bien ventilado. S12 No cerrar el recipiente herméticamente. S13 Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos. S14 Consérvese lejos de ...(materiales incompatibles a especificar por el fabricante). S15 Conservar alejado del calor. S16 Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas -No fumar. S17 Manténgase lejos de materiales combustibles. S18 Manipúlese y ábrase el recipiente con prudencia. S33 Evítese la acumulación de cargas electrostáticas. S47 Consérvese a una temperatura no superior a ...°C (a especificar por el fabricante). S48 Consérvese húmedo con ...(medio apropiado a especificar por el fabricante). S49 Consérvese únicamente en el recipiente de origen. S51 Úsese únicamente en lugares bien ventilados. S52 No usar sobre grandes superficies en locales habitados.</p>	<p style="text-align: center;">Higiene personal b)</p> <p>S20 No comer ni beber durante su utilización. S21 No fumar durante su utilización. S22 No respirar el polvo. S23 No respirar los gases/humos/vapores/aerosoles [denominación(es) adecuada(s) a especificar por el fabricante]. S24 Evítese el contacto con la piel. S25 Evítese el contacto con los ojos.</p> <p style="text-align: center;">Incidente/Accidente d)</p> <p>S26 En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico. S27 Quítese inmediatamente la ropa manchada o salpicada. S28 En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con ...(productos a especificar por el fabricante). S41 En caso de incendio y/o de explosión, no respire los humos. S43 En caso de incendio, utilizar ...(los medios de extinción los debe especificar el fabricante). (Si el agua aumenta el riesgo, se deberá añadir: "No usar nunca agua"). S45 En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible, muéstrele la etiqueta). S46 En caso de ingestión, acúdase inmediatamente al médico y muéstrele la etiqueta o el envase. S62 En caso de ingestión no provocar el vómito: acúdase inmediatamente al médico y muéstrele la etiqueta o el envase. S63 En caso de accidente por inhalación, alejar a la víctima fuera de la zona contaminada y mantenerla en reposo. S64 En caso de ingestión, lavar la boca con agua (solamente si la persona está consciente).</p>
<p style="text-align: center;">Vertidos y residuos c)</p> <p>S29 No tirar los residuos por el desagüe. S35 Elimínense los residuos del producto y sus recipientes con todas las precauciones posibles. S40 Para limpiar el suelo y los objetos contaminados por este producto, úsese ...(a especificar por el fabricante). S56 Elimínense esta sustancia y su recipiente en un punto de recogida pública de residuos especiales o peligrosos. S57 Utilícese un envase de seguridad adecuado para evitar la contaminación del medio ambiente. S59 Remítirse al fabricante o proveedor para obtener información sobre su recuperación/reciclado. S60 Elimínense el producto y su recipiente como residuos peligrosos. S61 Evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad.</p>	<p style="text-align: center;">Equipos de protección personal (EPI's) e)</p> <p>S36 Úsese indumentaria protectora adecuada. S37 Úsense guantes adecuados. S38 En caso de ventilación insuficiente, úsese equipo respiratorio adecuado. S39 Úsese protección para los ojos/la cara. S42 Durante las fumigaciones/pulverizaciones, úsese equipo respiratorio adecuado [denominación(es) adecuada(s) a especificar por el fabricante]. S53 Evítese la exposición -recábense instrucciones especiales antes del uso.</p> <p style="text-align: center;">Reactividad/incompatibilidades f)</p> <p>S30 No echar jamás agua a este producto. S50 No mezclar con ...(a especificar por el fabricante)</p>

USO DE CANCERÍGENOS, MUTÁGENOS, Y TÓXICOS PARA LA REPRODUCCIÓN

DEFINICIONES	IDENTIFICACIÓN	
<p>Carcinogénicos: las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, pueden producir cáncer o aumentar su frecuencia.</p>	<p>Categorías 1 y 2</p>	<p>T R45 R49  Tóxico</p>
	<p>Categoría 3</p>	<p>Xn R40  Nocivo</p>
<p>Mutagénicos: las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, pueden producir defectos genéticos hereditarios o aumentar su frecuencia.</p>	<p>Categorías 1 y 2</p>	<p>T R46  Tóxico</p>
	<p>Categoría 3</p>	<p>Xn R68  Nocivo</p>
<p>Tóxicos para la reproducción: las sustancias o preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, pueden producir efectos nocivos no hereditarios en la descendencia, o aumentar la frecuencia de éstos, o afectar de forma negativa a la función o a la capacidad reproductora masculina o femenina.</p>	<p>Categorías 1 y 2</p>	<p>T R60 R61  Tóxico</p>
	<p>Categoría 3</p>	<p>Xn R62 R63  Nocivo</p>

USO DE CANCERÍGENOS, MUTÁGENOS, Y TÓXICOS PARA LA REPRODUCCIÓN

DEFINICIONES:

Primera categoría: Sustancias que, se sabe, son carcinogénicas, mutágenas ó tóxicas para la reproducción en humanos. Se dispone de elementos suficientes para establecer la existencia de una relación causa/efecto entre la exposición del humano a tales sustancias y la aparición del cáncer.

Las sustancias se clasifican dentro de la primera categoría a partir de datos epidemiológicos; la clasificación en la segunda y tercera categorías se basa en experimentos en animales.

Segunda categoría: Sustancias que pueden considerarse como carcinogénicas, mutágenas ó tóxicas para la reproducción en humanos. Se dispone de suficientes elementos para suponer que la exposición del hombre a tales sustancias puede producir cáncer. Dicha presunción se fundamenta generalmente en estudios apropiados a largo plazo en animales y/o en otro tipo de información pertinente.

Para que la sustancia se clasifique en esta categoría, será necesario obtener resultados positivos en dos especies animales, o pruebas positivas contundentes en una especie, junto con pruebas complementarias, tales como datos de genotoxicidad, estudios metabólicos o bioquímicos, inducción de tumores benignos, relación estructural con otras sustancias carcinogénicas conocidas, o datos de estudios epidemiológicos que sugieran una relación.

Tercera categoría: Sustancias cuyos posibles efectos carcinogénicos, mutágenos ó tóxicos para la reproducción en humanos son preocupantes, pero de las que no se dispone de información suficiente para realizar una evaluación satisfactoria. Hay algunas pruebas procedentes de análisis con animales, pero que resultan insuficientes para incluirlas en la segunda categoría.

USO DE CANCERÍGENOS, MUTÁGENOS, Y TÓXICOS PARA LA REPRODUCCIÓN

CONSEJOS DE UTILIZACIÓN:

- ▲ Información sobre el significado de los datos contenidos en las fichas toxicológicas y consecuencias de la exposición a productos cancerígenos.
- ▲ Información sobre el equipo de protección personal que es necesario utilizar durante el experimento.
- ▲ Los trabajos en que se sinteticen o manipulen cancerígenos deberán efectuarse en áreas delimitadas y correctamente señalizadas.
- ▲ Deben suministrarse con triple protección. Entre el primer y segundo envase deberá existir material de relleno absorbente.
- ▲ Los dos envases deben estar debidamente etiquetados.
- ▲ Almacenar estos productos en lugares seguros exclusivos para ellos.
- ▲ Los compuestos cancerígenos no deben tocarse directamente, ni con las manos desnudas ni utilizando guantes; se deben utilizar siempre espátulas, pinzas u otros utensilios adecuados.
- ▲ Después de toda manipulación deben lavarse las manos con los guantes puestos.
- ▲ Antes de abandonar el área de trabajo, el personal deberá ducharse o, al menos, lavarse adecuadamente manos, brazos y cara.
- ▲ Trabajar siempre sobre bandejas recubiertas de papel absorbente. Al terminar depositar los residuos en contenedores de bioseguridad.
- ▲ Los residuos cancerígenos no deben ser eliminados por el sumidero ni enviados a la atmósfera.



IDENTIFICACION DE PRODUCTOS

En cuanto a la identificación de los productos químicos y sus riesgos, es aconsejable:

- ⚠ **Comprobar el adecuado etiquetaje de recipientes y botellas.**
- ⚠ **Etiquetar debidamente las soluciones preparadas en el laboratorio.**
- ⚠ **No reutilizar envases para otros productos sin quitar la etiqueta original.**
- ⚠ **No sobreponer etiquetas.**

Identificación de productos químicos

- Explosivos: E → 
 - Comburentes: O → 
 - Extremadamente inflamables: F⁺
 - Fácilmente inflamables: F
 - Inflamables: R10
- 

Identificación de productos químicos

- Muy tóxicos: T⁺
 - Tóxicos: T
 - Nocivos: X_n
 - Irritantes: X_i
 - Sensibilizantes:
 - Por inhalación: X_n, R42
 - Por contacto cutáneo: X_i, R43
 - Corrosivos: C
- 
- 
- 

Identificación de productos químicos

- Cancerígenos 1^a y 2^a categoría: T, R45
 - Mutagénicos 1^a y 2^a categoría: T, R46
 - Tóxicos para la reproducción de 1^a y 2^a categoría: T, R60 y R61
- 
- Cancerígenos 3^a categoría: X_n, R40
 - Mutagénicos 3^a categoría: X_n, R40
 - Tóxicos para la reproducción de 3^a categoría: X_n, R62 y R63
- 

Identificación de productos químicos

- Peligrosos para el Medio Ambiente:
 - Organismos acuáticos: N, R52 y R52/53.
 - Capa de ozono: N, R59.
- 

BIEN



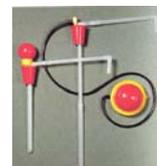
MAL



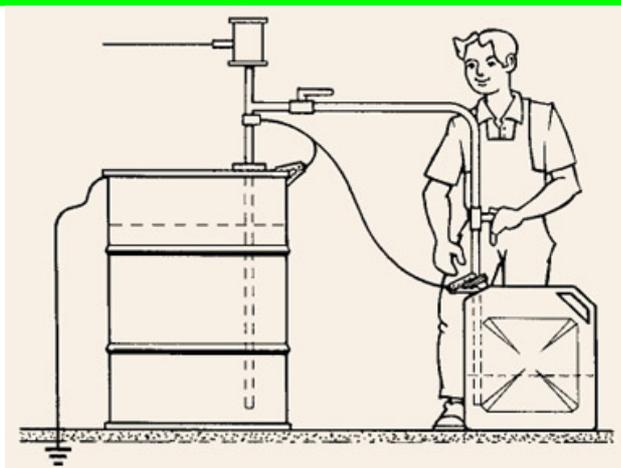
TRASVASES

En lo referente a operaciones de trasvase, debe tenerse en cuenta:

- 🔥 Trasvasar, siempre que sea posible, cantidades pequeñas de líquidos. Caso contrario, emplear una zona específica para ello.
- 🔥 Efectuar los trasvases de sustancias inflamables lejos de focos de calor.
- 🔥 Efectuar los trasvases de sustancias tóxicas, irritantes y corrosivas con las prendas de protección adecuadas a los riesgos del producto.
- 🔥 Cuando el trasvase se realice desde bidones metálicos, deberá hacerse a recipientes de seguridad. Si los productos son inflamables, los bidones y recipientes deberán estar conectados a tierra e interconectados entre sí.
- 🔥 Evitar que ocurran vertidos empleando para el trasvase embudos, dosificadores, sifones o bandejas recogevertidos.



BIEN



MAL



REACCIONES PELIGROSAS

Cuando se manejan compuestos químicos peligrosos o reacciones peligrosas es recomendable tener en cuenta las recomendaciones siguientes:

- ⚠ Conocer la reactividad de los productos de la reacción.
- ⚠ Asegurarse de disponer del material adecuado.
- ⚠ Instalar el montaje experimental en una vitrina cerrada, o en una mesa entre pantallas móviles.
- ⚠ Utilizar la cantidad mínima de reactivos.
- ⚠ Llevar prendas y accesorios de protección individual.
- ⚠ Tener uno o varios extintores al alcance de la mano (agua pulverizada, dióxido de carbono, compuesto halogenado, polvo, según el caso).



CLASES DE FUEGO	AGENTES EXTINTORES					
	Agua chorro	Agua pulverizada	Espuma física	Polvo seco	Polvo polivalente	Nieve carbónica CO ₂
A SÓLIDOS	SI	SI	SI	SI	SI	SI
B LÍQUIDOS	NO	SI	SI	SI	SI	SI
C GASES	NO extingue			SI	SI	SI
	SI: Limita propagación					
D METALES	NO*	NO*	NO*	NO*	NO*	NO*

CLAVES: SI Bueno SI Aceptable NO Inaceptable o Peligroso *

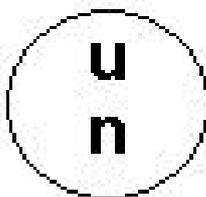
REQUIERE AGENTES ESPECIALES

- ⚠ Informar a todo el personal del laboratorio, así como al responsable de seguridad.

GESTIÓN DE RESIDUOS

En cuanto a los residuos característicos del laboratorio químico, hay que tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Debe disponerse de la información e instrucciones de segregación de residuos de laboratorio aportada por el gestor de residuos contratado.
- Los residuos se etiquetarán adecuadamente indicando fecha y titular.
- No tirar productos ni telas o papeles impregnados en las papeleras.
- Los residuos punzantes y cortantes deberán depositarse en recipientes adecuados para evitar cortes y/o pinchazos.
- Considerar las disposiciones legales existentes en el ámbito local para residuos y deshechos.



Símbolo de envase apto para transporte de mercancías peligrosas por carretera

MEDIOS DE PROTECCIÓN

Por lo que respecta a los equipos o medios de protección, como mínimo deben seguirse las siguientes pautas:

- Si se manipulan productos en polvo de marcada acción biológica, utilizar batas sin bolsillos.
- Tener siempre a disposición las gafas de seguridad. Es recomendable el uso permanente de las mismas.
- Conocer y ensayar el funcionamiento de equipos extintores.
- Utilizar los guantes adecuados para cada tarea que requiera el uso de tales prendas.
- Conocer la protección brindada por los distintos equipos de protección individual para las vías respiratorias.
- Mantener en condiciones de uso las duchas de emergencia y lavaojos.
- Conocer la aplicación de los productos de primeros auxilios del botiquín y los mecanismos para recibir posibles ayudas exteriores.



EPI's: PROTECCIÓN DE LAS MANOS

 Riesgos mecánicos EN 388	 Corte por impacto EN 388	 Electricidad estática EN 388	 Riesgos químicos EN 374-1,2,3
 Riesgos bacteriológicos EN 374-1,2	 Riesgos por frío EN 511	 Calor y fuego EN 407	 Radiaciones ionizantes y contaminación radiactiva EN 421

(EN 374-3)
(EN 374-2)



EPI's: PROTECCION DE OJOS Y CARA

EN 166	Requisitos generales
EN 169	Filtros para soldadura y técnicas relacionadas
EN 170	Filtros para el ultravioleta
EN 171	Filtros para el infrarrojo
EN 172	Filtros de protección solar para uso industrial
EN 207	Filtros y gafas de protección contra radiación Láser
EN 208	Gafas de protección para los trabajos de ajuste de Láser y sistemas Láser

USO DE MATERIAL DE VIDRIO

En el manejo del material de vidrio, a parte de las necesarias revisiones y sustituciones periódicas que se requieren a causa de la fatiga de los materiales, es conveniente observar las siguientes pautas:

⚠ Desechar el material que presente el más mínimo defecto.

⚠ Comprobar cuidadosamente la temperatura de los recipientes, conectores, etc. Que hayan estado sometidos a calor, antes de aplicar las manos directamente.



⚠ Eliminar las piezas defectuosas o fragmentos de piezas rotas en contenedores específicos para el vidrio, nunca en papeleras.



⚠ No forzar directamente con las manos los cierres de frascos o botellas, llaves de paso, conectores, vasos etc., que se hayan obturado.



⚠ Caso de que deba procederse a la apertura de frascos de tapón esmerilado obturados y ampollas selladas, se procederá de la siguiente manera:

- Se llevará protección facial.
- Se realizará la operación bajo campana y con pantalla protectora.
- Se llevará a cabo la apertura sobre una bandeja o preferiblemente en un recipiente de material compatible con el producto contenido en el frasco de abrir.

⚠ Para cortar una varilla de vidrio deberá sujetarse con un trapo cerca de la marca. Los extremos de la varilla deberán moldearse en la llama para evitar las superficies cortantes.

ACTUACIONES EN CASO DE VERTIDOS



- Derrames o vertidos accidentales.
- Equipo básico:
 - Ácidos.
 - Bases.
 - Disolventes orgánicos.
 - Mercurio.

MERCURIO

- ☠ Absorber con azufre, polisulfuro cálcico o amalgamantes.
- ☠ Si se ha depositado en ranuras, se puede sellar con una fijadora.
- ☠ Aspirar con pipeta Pasteur y guardar el metal recogido.

LÍQUIDOS INFLAMABLES

- 🔥 Absorber con carbón activo o productos específicos.

ÁCIDOS

- 🧪 Neutralizar con bicarbonato o productos comerciales específicos para su absorción y neutralización.

BASES

- 🧪 Emplear productos específicos comercializados para su neutralización y absorción.

OTROS PRODUCTOS NO CORROSIVOS NI INFLAMABLES

- ⚠ Adsorber con vermiculita.

INCENDIOS Y OTRAS EMERGENCIAS

¿Qué hacer en caso de incendio?

- Dar la alarma inmediatamente.
- Apagar los fuegos pequeños tapándolos, sin utilizar agua.
- Escoger adecuadamente el tipo de extintor.
- Si prende fuego a la ropa, utilizar la ducha o manta de seguridad.
- Si se evacua el laboratorio, cerrar las puertas al salir.

Actuaciones en caso de fuga de gases

FUGA DE GAS EN UNA BOTELLA

1. Aproximarse a la botella con el viento a la espalda.
2. Verificar que el gas no se ha encendido.
3. Cerrar la válvula si es posible.
4. Trasladar la botella con la fuga a un espacio abierto.
5. Avisar a los bomberos si no se trata de un gas inerte u oxígeno.
6. Señalizar la zona afectada con el peligro correspondiente.
7. Controlar permanentemente la botella hasta su total vaciado.
8. Avisar al suministrador.

Actuaciones en caso de fuga de gases

FUGA DE GAS EN INSTALACIÓN FIJA.

1. Cerrar las válvulas de las botellas abiertas.
2. Comunicar la incidencia al responsable de la instalación.
3. Decidir la actuación de emergencia oportuna.
4. Purgar la instalación con gas inerte antes de reparar.
5. Asegurar la despresurización antes de reparar.
6. Comprobar presurización efectuada la reparación.
7. Puesta en marcha previa purga de aire.

Actuaciones en caso de fuga de gases

CALENTAMIENTO ESPONTÁNEO DE BOTELLA DE ACETILENO

1. No mover la botella de su emplazamiento.
2. Cerrar la válvula si es posible.
3. Avisar al suministrador.
4. Desalojar al personal.
5. Regar la botella con agua hasta que deje de evaporar.
6. Comprobar que se ha enfriado y no vuelve a calentarse.
7. Regar nuevamente si se calienta.
8. Devolver la botella al suministrador.

Actuaciones en caso de fuga de gases

LLAMA EN BOCA DE BOTELLA DE GAS INFLAMABLE.

• Cerrar la válvula.

• Si ello no es posible, la actuación a seguir dependerá del tipo de local en que esté situada la botella.

○ Si está en una caseta de gases adecuadamente acondicionada:

- se apagará la llama con un extintor, se señalará la zona indicando el peligro y se enfriará la válvula para poder cerrarlo.

○ Si la botella se halla en el propio laboratorio:

- Valorar si el riesgo derivado del escape de gases inflamables, una vez se haya apagado la llama, no es mayor que el de la propia llama.
- Si se toma la decisión de no apagar la llama, actuar para que la llama no provoque un incendio.
- Se dará inmediatamente aviso a los bomberos, al servicio de prevención y al suministrador.

Actuaciones en caso de fuga de gases

INCENDIO EN UN LOCAL CON BOTELLAS DE GASES.

Existe el peligro latente de explosión.

La elevada temperatura que adquiere una botella en contacto directo con un foco de calor, produce en ella un considerable aumento de presión, que puede provocar la explosión de la misma.

Cerrar las restantes botellas en servicio.

Siempre que resulte posible deben desalojarse las botellas del lugar del incendio.

Notificar qué gases hay al Cuerpo de Bomberos

Para el tratamiento de las botellas se seguirá en cada caso las instrucciones específicas del proveedor de gases.

INCOMPATIBILIDADES QUÍMICAS

Compuestos que reaccionan fuertemente con el agua

Ácidos fuertes anhidros
Alquilmetales y metaloides
Amiduros
Anhídridos
Carbuos
Flúor
Fosfuros
Halogenuros de ácido
Halogenuros de acilo

Halogenuros inorgánicos anhídridos
(excepto alcalinos)
Hidróxidos alcalinos
Hidruos
Imiduros
Metales alcalinos
Óxidos alcalinos
Peróxidos inorgánicos
Siliciuros

Compuestos que reaccionan violentamente con el aire o el oxígeno (inflamación espontánea)

Alquilmetales y metaloides
Arsinas
Boranos
Fosfinas
Fósforo blanco
Fosfuros

Hidruos
Metales carbonilados
Metales finamente divididos
Nitruros alcalinos
Silenos
Siliciuros

Grupos de sustancias incompatibles

Oxidantes con:

Materias inflamables, carbuos, nitruros, hidruos, sulfuros, alquilmetales, aluminio, magnesio y circonio en polvo.

Reductores con:

Nitratos, halogenatos, óxidos, peróxidos, flúor.

Ácidos fuertes con:

Bases fuertes.

Ácido sulfúrico con:

Azúcar, celulosa, ácido perclórico, permanganato potásico, cloratos, sulfocianuros.

INCOMPATIBILIDADES QUÍMICAS

RELACIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS Y SUS CORRESPONDIENTES INCOMPATIBILIDADES

SUSTANCIA QUÍMICA	INCOMPATIBILIDADES
Acetileno	Cloro, bromo, cobre, flúor, plata y mercurio.
Acetona	Ácido nítrico concentrado y mezclas con ácido sulfúrico.
Ácido acético	Ácido crómico, ácido nítrico, compuestos hidroxilo, etilenglicol, ácido perclórico, peróxidos y permanganatos.
Ácido cianhídrico	Ácido nítrico y álcalis.
Ácido crómico y cromo	Ácido acético, naftaleno, alcanfor, glicerina, alcoholes y líquidos inflamables en general.
Ácido fluorhídrico anhidrido	Amoniaco, acuoso o anhidro.
Ácido nítrico concentrado	Ácido acético, anilina, ácido crómico, ácido hidrociánico, sulfuro de hidrógeno, líquidos y gases inflamables, cobre, latón y algunos metales pesados.
Ácido oxálico	Plata y mercurio.
Ácido perclórico	Anhídrido acético, bismuto y sus aleaciones, alcohol, papel, madera, grasas y aceites.
Ácido sulfúrico	Clorato potásico, perclorato potásico, permanganato potásico (compuestos similares de metales ligeros, como sodio y litio).
Amoniaco anhidro	Mercurio (por ejemplo en manómetros), cloro, hipoclorito cálcico, yodo, bromo, ácido fluorhídrico anhidro.
Anilina	Ácido nítrico, peróxido de hidrógeno.
Azidas	Ácidos.
Bromo	Véase cloro.
Carbón activado	Hipoclorito cálcico y todos los agentes oxidantes.
Cianuros	Ácidos.
Clorato potásico	Ácido sulfúrico y otros ácidos.
Cloratos	Sales de amonio, ácidos, metales en polvo, azufre, materiales combustibles u orgánicos finamente divididos.
Cloro	Amoniaco, acetileno, butadieno, butano, metano, propano, y otros gases del petróleo, hidrógeno, carburo sódico, benceno, metales finamente divididos y aguarrás.
Cobre	Acetileno y peróxido de hidrógeno.
Dióxido de cloro	Amoniaco, metano, fósforo y sulfuro de hidrógeno.
Fósforo (blanco)	Aire, oxígeno, álcalis y agentes reductores.

INCOMPATIBILIDADES QUÍMICAS

RELACIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS Y SUS CORRESPONDIENTES INCOMPATIBILIDADES

Flúor	Todas las otras sustancias químicas.
Hidrocarburos	Flúor, cloro, bromo, ácido crómico, peróxido sódico.
Hidroperóxido de cumeno	Ácidos orgánicos e inorgánicos.
Hipocloritos	Ácidos, carbón activado.
Líquidos inflamables	Nitrato amónico, ácido crómico, peróxido de hidrógeno, ácido nítrico, peróxido sódico, halógenos.
Materiales de arsénico	Algunos agentes reductores.
Mercurio	Acetileno, ácido fulmínico y amoniaco.
Metales alcalinos y alcalinotérreos	Agua, tetracloruro de carbono, hidrocarburos clorados, dióxido de carbono y halógenos.
Nitrato amónico	Ácidos, polvo de metales, líquidos inflamables, compuestos de cloro, nitritos, azufre, materiales orgánicos combustibles finamente divididos.
Nitratos	Ácido sulfúrico Nitrato amónico y otras sales de amonio.
Nitrito sódico	Ácidos.
Nitritos	Bases inorgánicas y aminas.
Nitroparafinas	Agua.
Óxido cálcico	Aceites, grasas e hidrógeno; líquidos, sólidos o gases inflamables.
Oxígeno	Ácido sulfúrico y otros ácidos. Ver también cloratos.
Perclorato potásico	Glicerina, etilenglicol, benzaldehído, ácido sulfúrico.
Permanganato potásico	Cobre, cromo, hierro, la mayoría de los metales o sus sales, alcoholes, acetona, materiales orgánicos, anilina, nitrometano y materiales combustibles.
Peróxido de hidrógeno	Alcohol etílico y metílico, ácido acético glacial, anhídrido acético, benzaldehído, disulfuro de carbono, glicerina, etilenglicol, acetato de etilo y de metilo, furfural.
Peróxido sódico	Ácidos orgánicos e inorgánicos.
Peróxidos orgánicos	Acetileno, ácido oxálico, ácido tartárico, compuestos amónicos, ácido fulmínico.
Plata	Tetracloruro de carbono, dióxido de carbono y agua.
Potasio	Agentes reductores.
Seleniuros	Tetracloruro de carbono, dióxido de carbono, agua.
Sodio	Ácido nítrico fumante y gases oxidantes.
Sulfuro de hidrógeno	Ácidos.
Sulfurosos	Agentes reductores.
Teliuros	Sodio.
Tetracloruro de carbono	Acetileno, amoniaco (acuoso o anhidro), hidrógeno.

INCOMPATIBILIDADES QUÍMICAS

Reacciones peligrosas de los ácidos

REACTIVO	REACTIVO	SE DESPRENDE
Ácido clorhídrico	Sulfuros Hipocloritos Cianuros	Sulfuro de hidrógeno Cloro Cianuro de hidrógeno
Ácido nítrico	Algunos metales	Dióxido de nitrógeno
Ácido sulfúrico	Ácido fórmico Ácido oxálico Alcohol etílico Bromuro sódico Cianuro sódico Sulfocianuro sódico Yoduro de hidrógeno Algunos metales	Monóxido de carbono Monóxido de carbono Etano Bromo y dióxido de azufre Monóxido de carbono Sulfuro de carbonilo Sulfuro de hidrógeno Dióxido de azufre

Sustancias fácilmente peroxidables

Compuestos alílicos
Compuestos diénicos
Compuestos isopropílicos
Compuestos vinilacetilénicos
Compuestos vinílicos
Cumeno, estireno, tetrahidronaftalenos
Éteres
Haloalquenos
N-alquilamidas, ureas, lactamas



ANTES DE DETERMINAR EL EMPLAZAMIENTO DEFINITIVO DE UN PRODUCTO DENTRO DEL ALMACÉN SIEMPRE SERÁ NECESARIO PRESTAR ESPECIAL ATENCIÓN A LA ETIQUETA DEL PRODUCTO, INTERPRETACIÓN DE LAS FRASES R Y S, ADEMÁS DE DISPONER DE TODAS Y CADA UNA DE LAS FICHAS DE SEGURIDAD DE LOS PRODUCTOS ALMACENADOS.

AGENTES BIOLÓGICOS

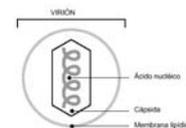
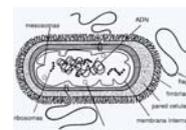
LABORATORIOS CON RIESGO BIOLÓGICO:

Las medidas de seguridad que han de adoptarse varían según el grupo de riesgo en el que se halle enclavado el agente con el que se trabaje, y por tanto el nivel de contención que sea necesario implantar. En la siguiente tabla se esquematizan las características de los distintos agentes biológicos para su clasificación dentro de un grupo de riesgo determinado.

GRUPO DE RIESGO	RIESGO INFECCIOSO	PROPAGACIÓN A LA COLECTIVIDAD	PROFILAXIS O TRATAMIENTO EFICAZ
1	Poco probable que cause enfermedad	No	Innecesario
2	Pueden causar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores	Poco Probable	Posible generalmente
3	Puede provocar una enfermedad grave y constituir un serio peligro para los trabajadores	Probable	Posible generalmente
4	Provocan una enfermedad grave y constituyen un serio peligro para los trabajadores	Elevado	No conocido en la actualidad

LABORATORIOS DE NIVEL DE CONTENCIÓN 1

- ☣ El acceso al laboratorio estará limitado, a juicio del responsable del mismo, cuando los experimentos estén en marcha.
- ☣ Las superficies donde se trabaja deben ser descontaminadas una vez al día y siempre que haya un derrame de material infeccioso.
- ☣ Está prohibido pipetear con la boca.
- ☣ No está permitido comer, beber, fumar o aplicarse cosméticos en el laboratorio.
- ☣ La comida se almacenará en armarios o refrigeradores destinados a tal fin y situados fuera de la zona de trabajo.
- ☣ Antes de dejar el laboratorio el personal que haya manejado materiales o animales debe lavarse las manos.
- ☣ Cualquier técnica o manipulación debe ser efectuada de manera que minimice la creación de aerosoles.
- ☣ Se recomienda el empleo de batas u otro tipo de equipamiento que prevenga la contaminación de la ropa de calle.
- ☣ Los materiales contaminados se irán depositando en contenedores apropiados.
- ☣ Debe existir programa de desinsectación y desratización.



AGENTES BIOLÓGICOS

LABORATORIOS DE NIVEL DE CONTENCIÓN 2

Además de las reseñadas en el apartado anterior:

- ☣ Los materiales contaminados, que han de ser descontaminados fuera del laboratorio se irán depositando en contenedores apropiados que podrán cerrarse al ser trasladados del laboratorio.
- ☣ Estando en el laboratorio, el personal llevará una bata o protección similar.
- ☣ Cuando se abandone el laboratorio para ir a otras dependencias (cafetería, biblioteca...), esta bata deberá dejarse siempre en el laboratorio.
- ☣ En el lugar de trabajo no se permitirá la presencia de animales no relacionados con el trabajo en marcha.
- ☣ Se prestará especial atención para evitar la contaminación a través de la piel, por lo que es recomendable llevar guantes cuando se manipule material infeccioso.
- ☣ Todos los residuos de los laboratorios deben ser descontaminados adecuadamente antes de su eliminación.
- ☣ Las agujas hipodérmicas y jeringuillas que se empleen para la inoculación parenteral o extracción de fluidos de los animales o de contenedores irán provistas de diafragma.
- ☣ Hay que prestar especial atención a la autoinoculación y a la creación de aerosoles.
- ☣ Las agujas y jeringuillas se desecharán en contenedores destinados a tal fin, que se descontaminarán en autoclave antes de su eliminación.
- ☣ Los derramamientos y otros accidentes que tengan como consecuencia la sobre exposición del personal a materiales infectados deberán ser comunicados al responsable de seguridad e higiene.



AGENTES BIOLÓGICOS

LABORATORIOS DE NIVEL DE CONTENCIÓN 3

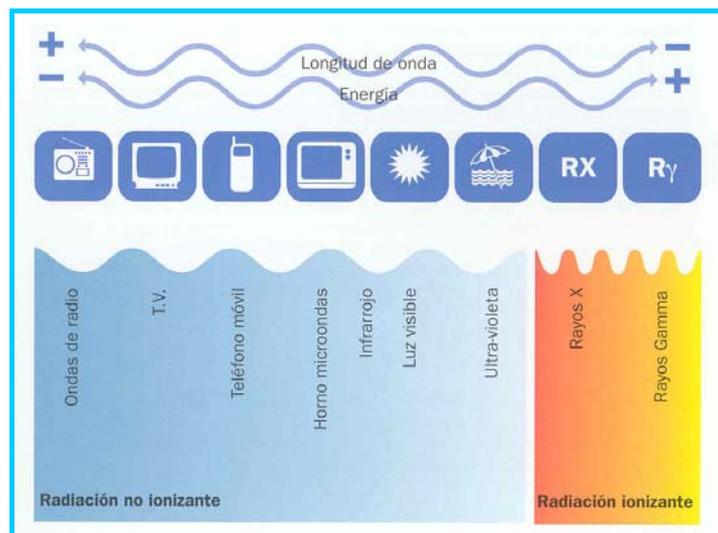
Además de las reseñadas en el apartado anterior:

- ☣ Llevándose a cabo ensayos, las puertas permanecerán siempre cerradas.
- ☣ Las personas con un alto riesgo de contraer infecciones o para las que éstas puedan resultar especialmente peligrosas tienen prohibida la entrada.
- ☣ Cuando en el laboratorio se encuentre material infeccioso o animales infectados en todas las puertas de acceso al mismo se colocará la señal de peligro biológico.
- ☣ Todas las actividades que estén relacionadas con la manipulación de materiales infecciosos serán realizadas en cabinas de bioseguridad adecuada.
- ☣ Las superficies de trabajo de las cabinas y otros equipos de seguridad se descontaminarán una vez concluido trabajo con el material infectado.
- ☣ Deberá llevarse ropa de uso exclusivo en el laboratorio y nunca ropa de calle.
- ☣ Es imprescindible el empleo de guantes cuando se manejen animales infectados o cuando sea imposible evitar el contacto con material infectado.
- ☣ El material de desecho debe ser descontaminado antes de su eliminación.
- ☣ No se permite la presencia de plantas o animales no relacionados con el trabajo en marcha.
- ☣ Las tomas de vacío deben estar protegidas con filtros HEPA y los sifones deberán descontaminarse.
- ☣ Los derramamientos o accidentes que tengan como consecuencia una potencial exposición a material infectado deberán ser inmediatamente comunicados al responsable de seguridad e higiene.
- ☣ Las jeringuillas y agujas hipodérmicas que se empleen para la inoculación parenteral y aspiración de fluidos han de ir provistas de diafragma. Es preferible el empleo de jeringuillas que lleven la aguja incorporada. Una vez usadas se desecharán en envases apropiados y descontaminados en autoclave.
- ☣ Se dispondrá de un manual de seguridad biológica.

AGENTES FÍSICOS

La radiación es un fenómeno, inicialmente natural, según el cual determinados cuerpos emiten energía a través del espacio. Lo pueden hacer mediante la emisión de ondas electromagnéticas o de partículas subatómicas.

Las ondas electromagnéticas son una propagación de energía a través del espacio sin necesidad de soporte material. La luz solar es una forma de radiación electromagnética, dentro de un determinado rango de longitud de onda, con la que estamos totalmente familiarizados. Si ordenamos las diferentes radiaciones electromagnéticas en función de su energía o de su longitud de onda, obtenemos el espectro electromagnético, como puede verse en la figura. Una parte de éste es **no ionizante**: radiofrecuencias (ondas de radio), las microondas o las radiaciones ópticas (luz visible), y otra parte es **IONIZANTE**: rayos X, rayos gamma.

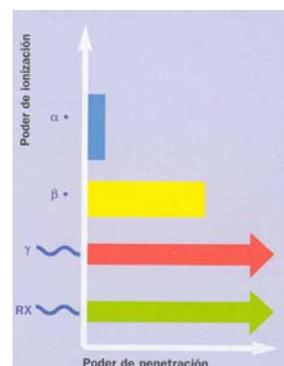


AGENTES FÍSICOS

RADIACIONES IONIZANTES

Todo procedimiento de trabajo requiere la consideración de los peligros existentes en el puesto de trabajo, en el que se recogen las instrucciones y protocolos de actuación junto con medidas preventivas y de emergencia. En el caso de las radiaciones ionizantes, debe hacerse especial énfasis en las medidas de protección frente a irradiación y contaminación, refiriéndose expresamente a:

- ⚠ Acotación al mínimo estrictamente preciso del tiempo de exposición.
- ⚠ Aumento al máximo operativo de la distancia respecto a la fuente.
- ⚠ Limitar el número de personas expuestas y prohibir el paso a toda persona no autorizada.
- ⚠ Apantallamiento, blindajes,...
- ⚠ Procedimiento para evitar el contacto con fuentes de contaminación.
- ⚠ Gestión de residuos.
- ⚠ Medidas de emergencia.
- ⚠ Protección de las instalaciones y zonas de trabajo (filtros, ventilación,...)
- ⚠ Señalización.
- ⚠ Realizar las medidas de vigilancia radiológica de la zona y del personal de forma regular.
- ⚠ Detectores, control de isótopos.
- ⚠ Equipos y prendas de protección.
- ⚠ Vigilancia de la salud.



RD 783/2001: CLASIFICACIÓN DE LAS ZONAS DE TRABAJO

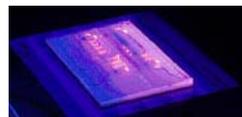
	ZONA VIGILADA No es improbable recibir dosis superiores a 1/10 de los límites establecidos, pero muy improbable recibir dosis superiores a 3/10. Uso de dosímetros personales: No obligatorio. Dosimetría de área: Obligatoria.
	ZONA CONTROLADA No es improbable recibir dosis superiores a 3/10 de los límites establecidos. Uso de dosímetros personales: Obligatorio en caso de riesgo de exposición externa. Dosimetría de área: Obligatoria.
	Zona de permanencia limitada: Riesgo de recibir dosis superiores al límite anual.
	Zona de acceso prohibido: Riesgo de recibir en una exposición única dosis superiores a los límites anuales.

AGENTES FÍSICOS

RADIACIONES NO IONIZANTES

Radiación ultravioleta

- ▲ Uso de equipos de protección individual: Gafas y pantallas faciales, guantes, y cremas protectoras aquellas personas de pigmentación deficiente.
- ▲ Señalización de los lugares y momentos de uso de esta radiación.



Radiación LÁSER

- ▲ Controles técnicos: Utilización de una carcasa protectora, enclavamientos, llave de control, obturador o atenuador del haz, señales de aviso, indicadores de emisión visibles ó audibles, recintos cerrados ó áreas acotadas, confinamiento de los haces, etc.
- ▲ Controles administrativos: Designación de un responsable, limitación en el uso a personal designado y formación de los usuarios.
- ▲ Protección personal: En las Clases 3B y 4, se debe usar protección personal adecuada, gafas y/o ropa, teniendo en cuenta las características de la radiación emitida.

CLASIFICACIÓN DE LÁSERES SEGÚN UNE EN 60825-1 /A2-2002

 	Clase 1	Seguros en condiciones razonables de utilización
	Clase 1M	Como la Clase 1, pero no seguros cuando se miran a través de instrumentos ópticos como lupas o binoculares.
	Clase 2	Láseres visibles (400 a 700 nm). Los reflejos de aversión protegen el ojo aunque se utilicen con instrumentos ópticos.
	Clase 2M	Como la Clase 2, pero no seguros cuando se utilizan instrumentos ópticos.
	Clase 3R	Láseres cuya visión directa es potencialmente peligrosa pero el riesgo es menor y necesitan menos requisitos de fabricación y medidas de control que la Clase 3B.
	Clase 3B	La visión directa del haz es siempre peligrosa, mientras que la reflexión difusa es normalmente segura.
	Clase 4	La exposición directa de ojos y piel siempre es peligrosa y la reflexión difusa normalmente también. Pueden originar incendios.

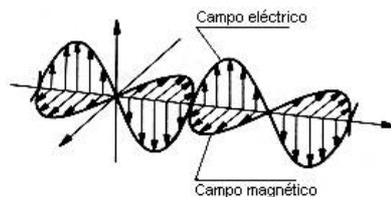
ETIQUETAS Y FRASES NORMALIZADAS SEGÚN CEI-825 PARA LOS RIESGOS LÁSER (CLASIFICACIÓN DEROGADA RECIENTEMENTE, PERO DE USO MUY EXTENDIDO)

 	CLASE 1	PRODUCTO LÁSER CLASE 1
	CLASE 2	RADIACIÓN LÁSER, NO MANTENGA LA LISTA EN EL HAZ. PRODUCTO LÁSER CLASE 2
	CLASE 3 A	RADIACIÓN LÁSER, NO MANTENGA LA LISTA EN EL HAZ NI LO MIRE DIRECTAMENTE CON INSTRUMENTOS ÓPTICOS. PRODUCTO LÁSER CLASE 3A
	CLASE 3 B	RADIACIÓN LÁSER, EVITE LA EXPOSICIÓN AL HAZ. PRODUCTO LÁSER CLASE 3B
	CLASE 4	RADIACIÓN LÁSER, EVITE LA EXPOSICIÓN OCULAR O LA PIEL A RADIACIONES DIRECTAS O DIFUSAS. PRODUCTO LÁSER CLASE 4
	ABERTURA LÁSER	EVITAR LA EXPOSICIÓN, SE EMITE RADIACIÓN LÁSER POR ESTA ABERTURA
	PANELES DE ENCLAVAMIENTO	PRECAUCIÓN, RADIACIÓN LÁSER NE CASODE APERTURA Y DESACTIVACIÓN DE BLOQUEOS DE SEGURIDAD

AGENTES FÍSICOS

Radifrecuencias y microondas

- ▲ Aumento de la distancia entre emisor y receptor.
- ▲ Utilización de cerramientos, mallas metálicas y paneles perforados ("Jaula de Faraday").
- ▲ Si las ventanas ópticas son necesarias deberán estar laminadas con malla metálica.
- ▲ Señalización.
- ▲ Se evitará la exposición en las siguientes situaciones de especial sensibilidad: embarazo, estados febriles, terapias con fármacos que afecten a la termorregulación y a portadores de marcapasos.
- ▲ Recomendación general: Evitar exposiciones innecesarias ante la inexistencia de pruebas fiables de los efectos nocivos.



Ultrasonidos

- ▲ Ubicar el equipo generador en una sala de baja ocupación.
- ▲ Señalización del lugar y del equipo generador.
- ▲ Incorporación de pantallas protectoras.
- ▲ Reducción del tiempo de exposición.
- ▲ Aumento de la distancia de exposición.
- ▲ Uso de protección auditiva.
- ▲ Mantenimiento periódico del equipo.
- ▲ Una selección adecuada del equipo apropiado a la función a desarrollar.
- ▲ Posibilitar en la medida de lo posible una automatización del proceso que evite una exposición innecesaria.

LEGISLACIÓN DE REFERENCIA

- ⚠ Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- ⚠ Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.
- ⚠ Ley 31/1995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales. B.O.E. nº 269, de 10 de noviembre.
- ⚠ Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención y modificación posterior real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997.
- ⚠ Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- ⚠ Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- ⚠ 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.
- ⚠ Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo, y posteriores actualizaciones.
- ⚠ Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, y posteriores actualizaciones.
- ⚠ Real decreto 374/2001, de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo, y posteriores actualizaciones.
- ⚠ Real Decreto 379/2001, de 6 de abril por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE-APQ-1, MIE-APQ-2, MIE-APQ-3, MIE-APQ-4, MIE-APQ-5, MIE-APQ-6 y MIE-APQ-7.
- ⚠ Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes
- ⚠ Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero (M. Presid., BOE 4.3.03) por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.

BIBLIOGRAFÍA

- ▲ Álvarez Ertivi, Susana; Francés Mellado, M^a. Isabel; Guergué Gómez, M^a Cruz; Miquélez Alonso, Santiago; Pellerejo Pellerejo, Santiago; Rubio Arróniz, Anastasio; Sagües Sarasa, Nieves; Soto Prados, Pedro; "MANUAL DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES PARA LOS TRABAJADORES DEL SERVICIO NAVARRO DE SALUD-OSASUNBIDEA. CONTAMINANTES FÍSICOS RADIACIONES IONIZANTES", Edita: Gobierno de Navarra, Pamplona 2003.
- ▲ Collomer Guillamón, J.O.; García López, J.L.; Huertas Ríos, S.; Pascual Durán, M., Coordinadores, "MANUAL DE SEGURIDAD EN LABORATORIO", Edita: Carl Roth, S.L., Barcelona 2002.
- ▲ Durá Ramos, S., Coordinadora, temario del curso del Gabinete de Formación del CSIC "EVALUACIÓN Y CONTROL DEL RIESGO RADIOLÓGICO EN CENTROS DE INVESTIGACIÓN", Madrid 2004.
- ▲ Catálogos comerciales diversos: "Material de Seguridad - Carl Roth, S.L."; "Señalización - Distribución y Señalización de Seguridad, S.L."; "Material Científico y de Laboratorio - Bioblok"; "Vitrinas y armarios - Erlab, S.L.", "Alta tecnología en Laboratorios. Perspectivas Prácticas - Waldner Firmengruppe GmbH".
- ▲ VV.AA. generados en el Servicio de Prevención del CSIC en Sevilla.
- ▲ Notas Técnicas de Prevención: 269, 376, 399, 432, 433, 465, 479, 480, 500, 517, 518, 635, 649, y 654, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- ▲ Autor de este manual: Joaquín Jesús Quirós Priego - Técnico Superior en Prevención del Servicio de Prevención del CSIC en Sevilla. Febrero 2007.

ORGANIGRAMA



¿QUÉ FUNCIONES REALIZA EL ÁREA DE PRL?

Las funciones del Área son, por una parte, de GESTIÓN y, por otra, de COORDINACIÓN, PLANIFICACIÓN y CONTROL de los Servicios de Prevención y de las actividades que desarrollan.

Los Servicios de Prevención son unidades de carácter técnico destinados al control de los riesgos laborales con el fin de dar cumplimiento al Art. 14 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales: "Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo".

La Administración aplicará las medidas que integran el deber general de prevención con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona.
- Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
- Planificar la prevención.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

LOS SERVICIOS DE PRL DEL CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

¿Qué son?

El conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y salud de los trabajadores (Ley 31/1995 y R. D. 39/1997).

Su papel es de asesoramiento técnico y apoyo a la Administración, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación.

Cada Servicio de Prevención cuenta con un Jefe de Servicio, cuyas funciones son de carácter técnico y de coordinación y control sobre su Servicio y de coordinación con el Área de Prevención.

¿Qué hacen?

- Colaborar en el diseño e implantación del sistema de gestión de la prevención.
- Promover la prevención en el CSIC
- Realizar evaluaciones de riesgos.
- Colaborar en la planificación de la actividad preventiva con los centros e institutos.
- Colaborar en la realización y puesta en marcha de planes de emergencia y evacuación.
- Asesorar y realizar actividades de formación e información.
- Vigilar y controlar el estado de salud de los trabajadores.
- Investigar accidentes e incidentes...

PUEDE PONERSE EN CONTACTO CON LOS SERVICIOS DE PREVENCIÓN EN:

JEFE DEL SERVICIO DE MADRID: Manuel Bernaola Alonso

- E-mail: manuel.bernaola@orgc.csic.es
- Tfno.: 915855273 - 618524622
- Fax: 915855354
- C/ Serrano, 113 posterior 28006 MADRID

COORDINADOR DEL SP DE SEVILLA: Joaquín Quiros Priego

- E-mail: jquiros@cartuja.csic.es
- Tfno.: 954489500 Ext. 9002 - 660671569
- Fax: 954460065
- Centro de Investigaciones Científicas Isla de Cartuja C/ Américo Vespucio, s/n 41092 SEVILLA

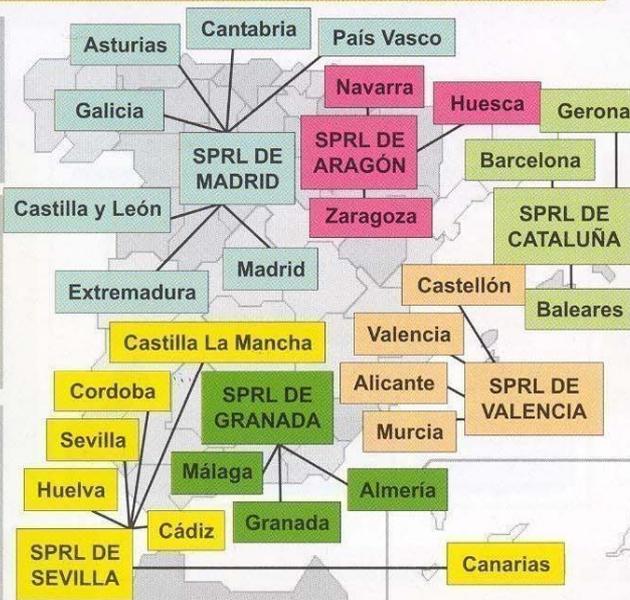
JEFE DEL SP DE GRANADA: Pascual Sánchez

- E-mail: pascual@ipb.csic.es
- Tfno.: 958181640 - 650066118
- Fax: 958181632
- Instituto de Parasitología y Biomedicina López Neyra Avd. del Conocimiento s/n 18100 Armilla (GRANADA)

CONTACTO CON EL ÁREA DE PRL:

JEFA DEL ÁREA DE PRL: Rosa Cuenca Alvarez

- E-mail: rcuenca@orgc.csic.es
- Tfno.: 915855481 - 669094681
- Fax: 915855354
- C/ Serrano, 113 posterior 28006 MADRID



JEFE DEL SP DE CATALUÑA: Antonio Gil Fisa

- E-mail: agil@bicat.csic.es
- Tfno.: 934426576 Ext. 285 - 660611209
- Fax: 934411670
- Delegación del CSIC en Cataluña C/ Egiptíacas, 15 08001 BARCELONA

JEFE DEL SP DE ZARAGOZA: Rafael Muñoz Pueyo

- E-mail: rmuozpueyo@dicar.csic.es
- Tfno.: 976716020 - 660612649
- Fax: 97657528
- Delegación del CSIC en Aragón Aula Dei Apartado 202 Avd. de la Montaña, 177 50080 ZARAGOZA

JEFE DEL SP DE VALENCIA: Sol Durá Ramos

- E-mail: sdura@dicv.csic.es
- Tfno.: 963622757 - 650066500
- Fax: 963392025
- Delegación Institucional del CSIC en Valencia C/ Cronista Carreres nº 11, 2º C 46003 VALENCIA

La integración de la prevención en todos los niveles jerárquicos del CSIC es un objetivo vital para la mejora de las condiciones de trabajo.

¿Y EL FUTURO?

- Se está estudiando la creación de un Servicio de Prevención en la zona noroeste.
- Se creará la figura del Empleado Público Designado en PRL en los centros e institutos, concediendo prioridad a los que cuenten con laboratorios.

ANEXO III. Guía para la elaboración de protocolos.



BIBLIOTECA LAS CASAS – Fundación Index
<http://www.index-f.com/lascasas/lascasas.php>

Cómo citar este documento

Sánchez Ancha, Yolanda; González Mesa, Francisco Javier; Molina Mérida, Olga; Guil García, María. Guía para la elaboración de protocolos. Biblioteca Lascasas, 2011; 7(1).

Disponible en <http://www.index-f.com/lascasas/documentos/lc0565.php>



Servicio Andaluz de Salud
CONSEJERÍA DE SALUD

AGS Este de Málaga-Axarquía

Guía para la elaboración de
protocolos
Edición 01. Noviembre de 2009

Guía para la elaboración de protocolos.

Hospital Comarcal de la Axarquía



Autores:

Yolanda Sánchez Acha	Dirección de Enfermería	Jefa de bloque de calidad y procesos
Francisco Javier González Mesa	Dirección de Enfermería	Supervisor Continuidad de cuidados.
Olga Molina Mérida	Dirección de Enfermería	Directora de Enfermería
María Guil García	UGC Medicina Interna	F.E.A. / Coordinadora de Investigación

Revisado por:

María Botella Romero	Dirección Médica
Consuelo Hernández - Pérez Lanzac	Subdirección de Calidad

Resumen:

Con el fin último de prestar a nuestros usuarios una atención de calidad, existen a disposición del clínico diferentes herramientas que pueden ayudar a tomar decisiones en momentos de incertidumbre. Los protocolos son documentos de éste tipo que además contribuyen a normalizar la práctica, son una fuente poderosa de información al tiempo que facilita la atención a personal de nueva incorporación.

Si bien en la literatura científico-técnica es posible encontrar un amplio abanico de protocolos, no existen documentos que puedan servir de guía para su elaboración. Por otro lado, es lógico pensar que si una de las finalidades que se persiguen con su elaboración es disminuir la variabilidad en la práctica, la estructura que deben seguir debería estar normalizada, al menos en un mismo centro.

El presente documento, se creó con la intención de dotar a los protocolos generados en nuestro centro de una estructura normalizada, lógica y razonada al mismo tiempo que garantiza la calidad científica-técnica al promover la visión del protocolo como un documento vivo que necesita ser revisado, que nace fruto del consenso entre expertos y que debe incorporar, siempre que sea posible, la mejor evidencia disponible.

Guía para la elaboración de protocolos.

1. Introducción

Aunque las Ciencias de la Salud que han experimentado en el último medio siglo un avance más que notable, existen múltiples ocasiones en las que ante un mismo problema se actúa de forma diferente. Una forma de paliar éste efecto es incorporar instrumentos que nos faciliten la toma de decisiones. Para ello, contamos con varias herramientas que en esencia, son principios y recomendaciones diseñadas para éste objetivo. Son concretamente las guías y vías clínicas y los protocolos.

- Una guía clínica se definiría como una serie de recomendaciones explícitas con la intención definida de influir en la práctica de los clínicos. Describen una serie de indicaciones para ayudar a decidir sobre las posibles acciones y diferentes alternativas que se presentan en la práctica clínica para un problema concreto. Para facilitar su comprensión, muchas de ellas contienen algoritmos. Existen multitud de guías de práctica clínica. El portal Guíasalud, recoge un amplio catálogo de los documentos de éste tipo publicados en el Sistema Nacional de Salud así como un manual de apoyo para su elaboración editado por el Ministerio de Sanidad. La Guía Española para el Manejo del Asma (www.gemasma.com) o La Global Initiative for Asthma (www.ginasthma.com) son documentos de éste tipo.
- La vía clínica sería un plan asistencial que define y ordena secuencialmente actividades o intervenciones sanitarias para un grupo definido de pacientes con un curso clínico predecible. Es un tipo de guía clínica pero más específica. Puesto que son recomendaciones obligatorias se puede evaluar y ligarlo al control de calidad.
- Un protocolo, en términos generales, es definido como un acuerdo entre profesionales expertos en un determinado tema y en el cual se han clarificado las actividades a realizar ante una determinada tarea¹. Desde ésta forma de ver las cosas, serían susceptibles de protocolizarse aquellas actividades físicas, verbales y mentales que son planificadas y realizadas por los

profesionales, incluyéndose tanto actividades autónomas como delegadas².

Guías clínicas, vías clínicas y protocolos son documentos muy exigentes en su elaboración. Si a ello le añadimos el hecho de que los objetivos que se plantean son ambiciosos:

- Normalizar la práctica.
- Disminuir la variabilidad en la atención y los cuidados.
- Mejorar la calidad de los servicios prestados.
- Constituir una poderosa fuente de información.
- Facilitar la atención a personal de nueva incorporación

Llegamos a la conclusión de que previa a su elaboración, es necesario contemplar una serie aspectos:

1. Alcance: ¿es precisa la elaboración del documento?, ¿Por qué se hace? ¿el problema que pretendo solucionar con la creación del documento es de tal magnitud en mi centro que justifica el tiempo y los recursos que se van a invertir? ¿a qué profesionales se dirige el documento? y ¿a qué pacientes?

Por ejemplo, desde ésta perspectiva probablemente no sería prioritaria la elaboración de una vía clínica para la atención a pacientes con *Síndrome de Williams* puesto que el número de pacientes potencialmente beneficiados en nuestro centro sería muy escaso.

2. Grupo de trabajo: Puesto que en la mayoría de los casos la temática a abordar es compleja y además el consenso entre profesionales es crucial, cobra especial interés la formación de un equipo de trabajo integrado por profesionales expertos en el tema a abordar.
3. Apoyo bibliográfico: Puesto que son documentos que nacen con vocación de normalizar la práctica y de garantizar una atención de calidad, es necesario que en la medida de lo posible las recomendaciones estén sustentadas en la mejor evidencia disponible.

2. Recomendaciones para elaborar un protocolo

Al contrario de lo que ocurre con las guías clínicas, no es posible contar con una estructura universalmente aceptada por lo que pueden surgir preguntas del tipo ¿cómo se redactan?, ¿es válido cualquier documento?, ¿qué estructura deben seguir?. La presente guía pretende dar respuesta a éstos y otros interrogantes.

Para su elaboración se han consultado los manuales de protocolos de diversos hospitales ³⁻⁵ y finalmente para asegurar un nivel de calidad óptimo, se han seguido las recomendaciones de la Guía Metodológica para la Elaboración de Protocolos Basados en la Evidencia ⁶, así como las propuestas del instrumento AGREE ⁷ y del National Institute of Clinical Excellence ⁸.

Si uno de los objetivos que se pretende con la elaboración de protocolos es la normalización de la práctica profesional en nuestra institución, debemos de comenzar por estandarizar la estructura formal que deben seguir todos los documentos que se generen.

Por tanto la estructura final de un protocolo, deberá contener todos y cada uno de los puntos que se tratan a continuación siendo además deseable que sigan el mismo orden.

Fecha de elaboración y fecha de revisión

Debe constar en el documento escrito.

Es especialmente importante la fecha en que el documento debe ser revisado. Con ello establecemos un plazo (no superior a tres años) para introducir cualquier variación que se haya podido producir como consecuencia de avances científicos, técnicos o normativos⁹.

Autores

Son muchas las definiciones que se hacen del término “protocolo” en el ámbito sanitario aunque con matices, todas coinciden en que se genera fruto del *consenso entre expertos*.

Por tanto:

- Se debe de formar un grupo de trabajo.
- Deberá ser multidisciplinar en el caso de que en la ejecución intervenga más de una categoría profesional.
- Es deseable que el grupo de trabajo esté constituido por personal de distintos Servicios en la medida de que la técnica, el procedimiento o el proceso objeto del protocolo pueda ser extensible a diferentes Unidades.
- Junto con el nombre y apellidos deberá indicarse la unidad a la que el profesional esté adscrito.

Revisores

Son el grupo de personas que definitivamente van a dar la aprobación para que el protocolo pueda ser empleado.

Habitualmente serán comisiones. En éste caso, bastará con poner el nombre de la comisión.

Conflicto de intereses

Por conflicto de interés se entiende aquella situación en la que alguna de las actuaciones que se señalan en el protocolo pueden verse influenciada por algún tipo de relación (habitualmente económica) entre los autores y alguna institución⁷.

En caso de no encontrarlos bastará con indicar:

“Los autores y los revisores declaran no tener conflictos de interés en la elaboración/revisión de este protocolo”.

Introducción

Se trata de hacer una puesta al día y una justificación de los motivos que hacen necesario la elaboración del documento.

Definición/es

¿En qué consiste la técnica, el procedimiento o el proceso que voy a protocolizar?

Se trata de hacer una descripción breve de la técnica o el procedimiento.

P.ej, para el procedimiento del sondaje vesical:

El sondaje vesical consiste en la introducción, a través de la uretra, de un catéter o sonda hasta la vejiga urinaria con el fin de... .

Objetivos

Responderían de forma general a la pregunta: ¿Qué quiero conseguir con éste protocolo? Por tanto, no son los objetivos o indicaciones que perseguimos con la técnica o el procedimiento en sí.

Pueden ser de dos tipos:

- Generales. Marcan la situación, de forma general, que se espera tras la aplicación del protocolo.

Por ejemplo, en el caso de sondaje vesical:

Disminuir la variabilidad profesional en la práctica del sondaje.

- Específicos: detallan, desglosan y definen con mayor precisión las metas que se pretende alcanzar.

Continuando con el ejemplo anterior, tendríamos:

Disminución la tasa de infección de tracto urinario.

Ámbito de aplicación

¿Hacia qué profesionales y de qué ámbito está orientado el protocolo?, ¿va dirigido a todos los profesionales del hospital, o el protocolo es específico para cirugía p.ej.?

Población diana

¿Quién y en qué condiciones va a recibir la técnica, procedimiento o proceso que estoy protocolizando?, ¿son todos los pacientes, hay criterios de inclusión y exclusión?

Personal que interviene

Todo el personal que debe participar para la realización de la técnica, procedimiento o proceso tal cual se describe a lo largo del protocolo.

P.ej. en el caso del sondaje vesical:
Enfermera/o y auxiliar de Enfermería.

Material

Todo aquello que vamos a necesitar durante el proceso.

Términos y definiciones

Se trataría de definir aquellos términos específicos o siglas utilizadas en el protocolo que puedan ayudar a los destinatarios a su correcto entendimiento y aplicación.

Procedimiento

A su vez incluye varias fases que siempre deben considerarse.

- Actividades de valoración:

Aquellas medidas a observar, previas a la ejecución de la actividad, y que son necesarias para garantizar la identificación y estado general del paciente y en definitiva el cumplimiento de los objetivos.

P.ej en el caso del sondaje vesical, en éste apartado pondríamos:

- *Comprobar prescripción de la técnica o procedimiento si procede.*
- *Tener en cuenta la patología del paciente y el motivo del sondaje, para seleccionar la sonda más idónea.*
- *Valorar posibles alergias para seleccionar el material (posible alergia al látex, a desinfectantes...)*

- Preparación del material:

En el ejemplo que estamos siguiendo, serían acciones del tipo:

- *Comprobar que tenemos todo el material necesario.*
- *Colocarlos en la batea/carro y transportarlos a la habitación del paciente.*

- Preparación del paciente.

Este apartado, siempre debemos hacer constar de forma explícita que:

- *Identificamos al paciente según protocolo del centro.*
- *Informamos al paciente y familia del procedimiento que vamos a realizar y de qué acciones son necesarias para su colaboración.*

- Ejecución.

Se describirán secuencialmente, siguiendo una lógica temporal, las distintas actividades a realizar para el desarrollo del proceso técnico del protocolo, indicando de forma explícita y clara qué profesional llevará a cabo cada acción.

En este apartado deberemos tener en cuenta que:

- Cuando sea necesario, el lavado de manos lo realizarán todos los profesionales que intervengan en el procedimiento según el “modelo de los 5 momentos”.
- Debemos hacer referencia al uso de equipos de protección individual (gafas, guantes, mascarillas, batas...).
- Cuando sea pertinente, se incluirá un apartado de recogida de material usado y eliminación selectiva de residuos.
- Se incluirá, cuando sea preciso la formación al paciente sobre aquellos signos o síntomas que permitan detectar de manera precoz cualquier complicación que pudiera aparecer derivada de la técnica.
- Siempre que sea pertinente, la última actividad a realizar debe ser el registro, en los documentos oportunos, de la actividad realizada y de cualquier incidencia que haya sucedido.

- Precauciones.

Dirigido a los profesionales. Se incluye cualquier aspecto relacionado con la aplicación del protocolo que deba ser tenido especialmente

en cuenta y que sirva para evitar la aparición de complicaciones o bien permitan detectarlas de manera precoz.

P.ej. en el caso del sondaje vesical:

- *Asegurarse que el prepucio esté cubierto.*
- *Asegurarse que la orina fluye a la bolsa colectora*
- *Evitar que la sonda presente dobleces o torsiones.*
- *Realizar pinzamientos intermitentes en caso de retención urinaria.*
- *No fuerce nunca la entrada de la sonda. Si tiene alguna dificultad consulte con el médico.*

Evaluación

La evaluación es el último paso necesario y consiste en la elaboración de un sistema de indicadores que facilite la evaluación y control del proceso.

Puesto que existe amplia variabilidad en la forma en que se construyen, es necesario normalizar la forma en que se definen y los atributos que los componen.

Una serie de detallada de recomendaciones para la elaboración de indicadores, puede encontrarse en la guía de diseño y mejora continua de procesos asistenciales integrados de la Consejería de Salud ¹¹.

No obstante recalcar que para que un indicador sea válido, debe de contener los siguientes elementos:

- Denominación del indicador. Nombre que recibirá el indicador. Debe describir de forma resumida la actividad asistencial o suceso que valora.
- Definición de términos. Explicación detallada de los componentes de la definición y su proceso de cálculo.
- Debe permitir que cualquier persona que aplique el indicador recoja y valore los mismos conceptos.
- Tipo de indicador. Asignación del indicador según sea de estructura, de proceso o de resultado, basado en sucesos centinelas o en índices.
- Dimensión. Se incluye aquella dimensión de calidad que evalúa el indicador.
Ej: accesibilidad, seguridad, URM, efectividad, eficiencia, eficacia, satisfacción, calidad de vida, etc.

- Fundamento o justificación. Explicación de por qué es útil el indicador para valorar el proceso o resultado.
- Descripción de la población del indicador. Descripción detallada de los criterios de inclusión y exclusión en el numerador y denominador.
- Datos a recoger y fuentes. Traducción de los términos utilizados en el indicador a los elementos específicos de datos e identificación de las fuentes de obtención.

Bibliografía

El hecho de que incluyamos éste apartado tiene entre otras, las siguientes razones:

- Demostramos que nuestra forma de actuar tiene fundamento científico y no nace de la tradición.
- Facilitamos a otros profesionales la consulta del material que hemos utilizado.

Existen diferentes formas de citar las fuentes bibliográficas utilizadas aunque el más utilizado en las Ciencias biomédicas son las normas de Vancouver 2000, que están disponibles en http://www.fisterra.com/recursos_web/mbe/vancouver.asp

Anexos

La última parte del protocolo. Aquí se incluirán aquellos elementos o instrumentos que resulten imprescindibles, que puedan facilitar la comprensión o aplicabilidad del documento y que por su novedad o singularidad deban ser difundidos junto con el protocolo.

P.ej. podrían ser anexos:

- Algoritmos de actuación: son representaciones gráficas del diagrama de flujo, descriptivo de las actividades enumeradas en el punto anterior.
- Cuestionarios, tests e índices empleados.
- Material de apoyo que se vaya a utilizar para su difusión (dípticos, pósters...)

3. Implementación

Expertos en metodología, destacan que para que una guía sea efectiva es imprescindible planificar concienzudamente su implementación. Igual ocurre con las vías y los protocolos.

No obstante, no existe una fórmula mágica que facilite la implementación de los documentos por lo que por norma general, el nivel de mejora que consiguen sobre la práctica no es muy elevado¹².

Todo esto hace pensar que aparte de la estrategia de difusión influyen en el nivel de implementación de la guía factores como:

- Claridad en su elaboración
- Poca extensión
- Estilo ameno, poco normativo.

4. Consideraciones finales

Las instituciones sanitarias tienen la obligación de proporcionar a la ciudadanía una atención de la máxima calidad. Una de las formas que tenemos para hacer efectiva ésta obligación, es tratar de que nuestra práctica profesional esté basada en la mejor información científica disponible, o lo que es lo mismo en la evidencia.

La forma de integrar *evidencia científica* y *protocolo*, es mediante la búsqueda del apoyo bibliográfico adecuado en aquellos puntos en los que puedan darse distintos criterios de actuación.

P.ej ejemplo: *¿afecta a los resultados analíticos el hecho de que una muestra haya sido extraída por punción directa o a través de una vía venosa?, ¿debe pinzarse la sonda vesical antes de retirarse como forma de reeducación vesical?*

Puede ocurrir que una determinada actuación, técnica o procedimiento sea tan novedoso que no se haya generado evidencia al respecto, pero para llegar a ésta conclusión primero debemos buscarla, lo que se puede hacer a través de buscadores específicos (la página <http://www.easp.es/exploraevidencia/> reúne los más importantes) o bien mediante la búsqueda de revisiones sistemáticas en las principales bases de datos (Pubmed, Cuiden, Cinhal,...)

Una última consideración. Puesto que existe múltiples escalas que miden calidad de la evidencia y grado de recomendación (más de 100 según algunos autores¹⁰, es necesario referenciar la escala utilizada para clasificarla.

Bibliografía

1. *Registros y protocolos*. **Lavado Núñez, M^a Elena, y otros.** 57, Sevilla : s.n., 2004, *Hygia de Enfermería*, págs. 10-14.
2. *Protocolizar las actividades de Enfermería*. **Sánchez Linares, Alicia y Sanz Penon, Carmen.** 1, 2001, *Revista Rol de Enfermería*, Vol. 24, págs. 67-74.
3. **Dirección de Enfermería. Unidad de Formación Continuada y Calidad. Hospital de León.** *Manual de Cuidados de Enfermería*.
4. **Comisión de Protocolos y Procedimientos. Dirección de Enfermería. Hospital Universitario Virgen de la Victoria.** *Manual de protocolos y procedimientos*. Málaga: 2004.
5. **Grupo de Trabajo de Enfermería Basada en la Evidencia de Aragón.** *Protocolos de Cuidados de Enfermería Basados en la Evidencia*. Zaragoza : s.n., 2009.
6. **Grupo de trabajo de Enfermería basada en la evidencia de Aragón.** *Guía metodológica para la elaboración de protocolos basados en la evidencia*.
7. **The AGREE Collaboration.** *AGREE instrument. Spanish version*, www.agreecollaboration.org. 2001.
8. **National Institute for Clinical Excellence.** *A Step-by-Step guide to developing protocols*.
9. *Developing Clinical Protocols for Nursing Practice: Improving Nephrology care for children and their families*. **Mills, Michele, y otros.** 6, 2005, *Nephrology Nursing Journal*, Vol. 32, págs. 599-607.
10. **Gálvez Toro, Alberto.** *Enfermería basada en la evidencia: cómo incorporar la investigación a la práctica de los cuidados*. Granada : Fundación Index, 2007.



11. **Consejería de Salud. Junta de Andalucía.** Guía de Diseño y mejora continua de Procesos Asistenciales Integrados. 2ª Edición. 2009. 75-79. Disponible en:
<http://www.juntadeandalucia.es/salud/servicios/contenidos/procesos/docs/guia2/GuiaPAI20090717.pdf>
12. **Grupo de trabajo sobre GPC.** Elaboración de Guías de Práctica Clínica en el Sistema Nacional de Salud. Manual Metodológico. Madrid: Plan Nacional para el SNS del MSC. Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud-I+CS; 2007. Guías de Práctica Clínica en el SNS: I+CS N° 2006/01.
13. Procedimiento de Sondaje Vesical. **Torres García, Mª José, y otros.** Hospital de la Axarquía. 2009.