

CUADERNOS INTEMAC

Instalaciones en aparcamientos subterráneos

Building services in cars parks

F. Valenciano Carles
Ingeniero Industrial



METIRE UT SCIAS

INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

N.º 64
4.º TRIMESTRE '06

INTEMAC



INTEMAC

INSTITUTO TÉCNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

CONTROL DE PROYECTO

CONTROL DE OBRA

GARANTÍA DE CALIDAD

(O.C.T.) CONTROL PARA EL SEGURO DE DAÑOS

INFORMES DE PATOLOGÍA, REHABILITACIÓN Y REFUERZOS DE CONSTRUCCIONES

OBRAS PÚBLICAS
EDIFICACIÓN
INSTALACIONES



INTEMAC
AUDIT

AUDITORIA TÉCNICO-ECONÓMICA DE CONSTRUCCIONES

- ASESORÍA EN EL PLANTEAMIENTO Y EN LA CONTRATACIÓN DE LA OBRA
- SEGUIMIENTO DE COSTOS Y PLAZOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN
- VALORACIONES DE TERRENOS, INMUEBLES Y CONSTRUCCIONES
- AUDITORÍAS DE TRABAJOS PARCIALES Y DE LIQUIDACIÓN DE LA OBRA



INTEMAC
ECO

AUDITORÍA TÉCNICA MEDIOAMBIENTAL

CONTROL DE IMPACTO AMBIENTAL

Obras Públicas

Edificación

Instalaciones

CONTROL DE CALIDAD AMBIENTAL

Aire

Agua

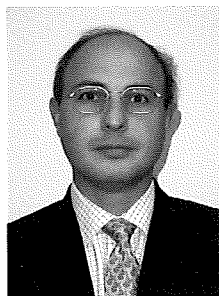
Ruido

AUDITORÍA MEDIOAMBIENTAL

ASESORAMIENTO EN MATERIA DE MEDIO AMBIENTE

INSTALACIONES EN APARCAMIENTOS SUBTERRÁNEOS

BUILDING SERVICES IN CAR PARKS



F. Valenciano Carles
Ingeniero Industrial
Director del área de instalaciones de Intemac

Mechanical Engineer
Intemac's Building Services Manager

Copyright @ 2007, INTEMAC

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida o distribuida de ninguna manera ni por ningún medio, ni almacenada en base de datos o sistema de recuperación, sin el previo permiso escrito del editor.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in a data base or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

ISSN 1133 - 9365

Depósito legal: M-49879-2004

Invoprint, s.l.

CONTENTS

1. INTRODUCTION
2. REGULATORY SCOPE
 - 2.1 LOW VOLTAGE ELECTROTECHNICAL REGULATIONS (R.E.B.T.)
 - 2.2. TECHNICAL BUILDING CODE (CTE)
 - I) *Fire safety (DB SI).*
 - II) *Healthfulness (DB HS)*
 - III) *Energy savings (DB HE)*
 - IV) *Safe use (DB SU)*
 - 2.3. FIRE PROTECTION REGULATIONS (R.I.P.C.I.)
 - 2.4. UNE (SPANISH NATIONAL) STANDARDS
3. M&E SERVICES IN CAR PARKS
 - 3.1. FIRE PROTECTION
 - 3.2. ELECTRICITY
 - 3.3. LIGHTING
 - 3.4. DRAINAGE
 - 3.5. VENTILATION
4. FINAL COMMENTS

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. AMBITO REGLAMENTARIO
 - 2.1 REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN (R.E.B.T.)
 - 2.2. CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE)
 - I) *Seguridad en caso de incendio (DB SI)*
 - II) *Salubridad (DB HS)*
 - III) *Ahorro de energía (DB HE)*
 - IV) *Seguridad de utilización (DB SU)*
 - 2.3. REGLAMENTO DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (R.I.P.C.I.).
 - 2.4. NORMAS UNE
3. INSTALACIONES EN LOS APARCAMIENTOS
 - 3.1. INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS
 - 3.2. INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD
 - 3.3. INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN
 - 3.4. INSTALACIONES DE SANEAMIENTO
 - 3.5. INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN
4. CONSIDERACIONES FINALES

ABSTRACT

The building services needed in car parks differ from the facilities generally found in other types of buildings and such differences must not be overlooked in M&E design. Moreover, the entry into effect of the Technical Building Code has involved a number of changes with which many designers are not yet familiar, although the new provisions are not overly relevant to such services, either in terms of the equipment and systems ultimately required or their specifications.

This Review aims to serve as a guide for car park M&E design, focusing only on the aspects that distinguish these facilities from the services in buildings intended for other uses and discussing how they are impacted by the new regulatory framework.

1. INTRODUCTION

While each building is characterized by specific features that have a bearing on the services required, depending on the intended use and the stipulations laid down in the existing legislation, such requirements are largely similar. The present Review addresses the criteria that differentiate car parks from other uses and should be borne in mind by designers. Given its brevity, it should certainly not be viewed as a design or engineering manual, or in fact anything more than a guide.

In short, no attempt is made here to go into detail about how an electrical switchboard should be set up, or the most suitable method for sizing a drain pipe, for the criteria involved in both cases are by and large universal. Whatever could be said in such respects would be applicable not only to car parks, but also to residential and office buildings, for which there is a wealth of literature.

The aim is, then, to identify the specific elements or conditioning factors of M&E services typically found in car parks, stressing in particular the respective regulatory requisites. In this regard, the Technical Building Code impacts the design of all manner of buildings, those intended for this use among them.

More specifically, the services on which the present guide will focus are:

- Fire detection and extinction.
- Electricity.
- Lighting.
- Drainage.
- Ventilation.

Other services used exclusively in car parks, such as barriers or vacancy signage, have been omitted because design engineers are seldom concerned with much more in this regard than location.

Neither the M&E services in buildings where car parks may be sited, even where they are affected thereby, nor services specific to automated car parks, are covered.

In conclusion, as a general rule the following discussion refers to both above and below grade car parks, although some of the items are applicable to the latter (the most numerous) only.

RESUMEN

Las instalaciones de los aparcamientos presentan algunas particularidades respecto a las de otros tipos de edificaciones que deben ser tenidas en cuenta en el diseño de las mismas. Por otro lado, la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación ha supuesto algunos cambios con los que todavía no estamos muy familiarizados, aunque no sean demasiado relevantes en cuanto a estas instalaciones si nos fijamos únicamente en el resultado final de los equipos o sistemas necesarios y en sus características.

En consecuencia, este Cuaderno pretende ser una guía para la redacción de los proyectos de las instalaciones propias de los aparcamientos, señalando únicamente aquellos aspectos diferenciadores con respecto a las de otros usos y comentando cómo se ven afectadas por el nuevo marco reglamentario.

1. INTRODUCCIÓN

Los distintos tipos de edificaciones presentan ciertas peculiaridades en lo que respecta a sus instalaciones, derivadas del uso de las mismas y de las indicaciones que la reglamentación vigente establece para cada una de ellas, aunque en una parte importante guardan gran similitud. En este sentido, este Cuaderno pretende comunicar al lector los criterios diferenciadores de las instalaciones de los aparcamientos respecto a otros usos, de cara a tenerlos en cuenta en la redacción de proyectos pero, en ningún caso, y debido a su limitada extensión, debe considerarse como un manual de diseño y cálculo, sino únicamente como una guía para ello.

En definitiva, no se trata de entrar, por ejemplo, en disertaciones sobre cómo debe plantearse un cuadro eléctrico de maniobra y protección, pues con carácter general los criterios a aplicar pueden considerarse universales, o sobre cuál es el método más apropiado para dimensionar una tubería de saneamiento. Todo lo que dijera en este sentido sería aplicable no sólo a los aparcamientos, sino también a viviendas o a edificios de oficinas por citar otros casos, existiendo bibliografía abundante al respecto.

Se trata de identificar los elementos o condicionantes específicos de las instalaciones típicamente existentes en los aparcamientos, haciendo especial hincapié sobre los requisitos reglamentarios al respecto. En este sentido, es de destacar cómo el Código Técnico de la Edificación afecta a este uso en particular en cuanto a la redacción de los proyectos, como también a otro tipo de edificaciones.

En concreto, y de acuerdo con lo indicado, las instalaciones sobre las que se va a centrar esta guía, como antes he denominado a este documento, son las siguientes:

- Instalaciones de protección contra incendios (detección y extinción).
- Instalaciones de electricidad.
- Instalaciones de iluminación.
- Instalaciones de saneamiento.
- Instalaciones de ventilación.

El lector puede echar de menos otras instalaciones de uso exclusivo en aparcamientos tales como barreras o sistemas de señalización de plazas libres, si bien desde el punto de vista del diseño poco hay que indicar salvo dónde se van a ubicar, dado que el proyectista nunca va a entrar en consideraciones de mucho mayor alcance.

No se van a considerar aquellas instalaciones o sistemas propios de los edificios donde pudieran estar ubicados los aparcamientos, aunque afecten a éstos, ni aquellas específicas de aparcamientos robotizados.

Para terminar esta introducción quiero señalar que aunque con carácter general lo tratado se refiere tanto a aparcamientos sobre rasante como subterráneos, parte de las indicaciones realizadas son aplicables sólo a este último tipo, que por otro lado son los que mayoritariamente se construyen.

2. REGULATORY SCOPE

This Paper refers to the legislation presently in force nationwide with respect to car park services, inasmuch as the diversity of codes applied by the various regional and local authorities is much too broad to be adequately covered in this article. It is the designer's responsibility to make the necessary inquiries and include whatsoever modifications or additions are needed. The services discussed below are addressed essentially in the following legislation:

2.1. LOW VOLTAGE ELECTROTECHNICAL REGULATIONS (R.E.B.T.)

These Regulations, approved, along with the supplementary technical codes, under Royal Decree 842/2002 of 2 August, cover electrical facilities in both car parks and all other types of buildings; pursuant to code ITC-BT-29, however, in the former account must be explicitly taken of the provisions applicable to premises at risk of fire or explosion.

Public car parks are likewise subject to the requirements for all establishments open to the public laid down in the R.E.B.T. (ITC-BT-28). When these regulations entered into effect, due to the lack of definition in certain respects, residential and office building car parks were erroneously interpreted to be classified as public establishments, which led to the adoption of a series of presumably mandatory solutions that were ill-suited to such buildings. Publication of the Technical Guide to Applying the R.E.B.T. made it clear that only facilities open to the public at large should be so regarded.

2.2. TECHNICAL BUILDING CODE (CTE)

This Code, approved under Royal Decree 314/2006 of 17 March and enforceable in its entirety since March 2007 for buildings with work permits issued after that date, affects car park services in a number of ways. The regulations laid down in the various Basic Documents comprising the Code and more specifically in the Basic Requirements on safety and habitability apply to such premises. It has to be noted that the preliminary sketch of the Royal Decree drafted for the approval of the Basic Document on noise (DH HR) also includes modifications on the whole Technical Building Code (mistakes, misprints, etc.) so I recommend to take account of them although they are not still compulsory.

In particular, the following provisions must be taken into account:

l) Fire safety (DB SI).

Car park services are subject to several provisions contained in the Basic Requirements set out in Basic Document SI on *Fire safety*. One such requirement, SI 4, on *Fire detection, control and extinction*, specifies the detection and extinction systems to be installed in car parks. But in addition, account must be taken of the following:

- a) Item 3 of Basic Requirement SI on *Interior propagation* establishes a series of considerations about the effect of M&E component (wires, pipes, raceways and so forth) penetration of fire division walls.
- b) Item 8 of Basic Requirement SI 3 on *Evacuation* provides that non-open car parks must have a smoke control system, which in most cases would be the same as the mandatory ventilation system defined in the Technical Building Code in connection with salutary indoor conditions.

Open car parks, in turn, are defined to be those that meet all the following requirements:

- The area of the facades on each storey that is permanently open to building exteriors may be no less than 1/20 of the built area of the car park. At least 1/40 of that area must be distributed evenly between the two closest opposite walls.

2. AMBITO REGLAMENTARIO

He considerado interesante comenzar este Documento estableciendo la situación actual en cuanto a normas y reglamentos que afectan a las instalaciones de los aparcamientos en el ámbito nacional, no siendo posible considerar las afecciones motivadas por la aplicación de regulaciones de comunidades autónomas o ayuntamientos por la diversidad de las mismas, siendo el proyectista el que en cada caso deba realizar las necesarias indagaciones e incluir las matizaciones o complementos que correspondan. Las instalaciones que se van a tratar en este Documento están afectadas fundamentalmente por la siguiente normativa:

2.1. REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN (R.E.B.T.)

Este Reglamento, junto con las Instrucciones Técnicas Complementarias, fue aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto y afecta a las instalaciones eléctricas de los aparcamientos, en principio como a las de cualquier otra edificación, aunque deben tenerse en cuenta de forma expresa las consideraciones de aplicación particular a los locales con riesgo de incendio o explosión, como así queda regulado en la instrucción ITC-BT-29.

En el caso de aparcamientos públicos deben tenerse en cuenta también las exigencias aplicables derivadas de considerarlos como locales de pública concurrencia establecidas en el R.E.B.T. (ITC-BT-28). En relación a esto último es necesario añadir que cuando entró en vigor el actual Reglamento, la falta de concreción del mismo llevaba a interpretar que también debían ser considerados como locales de pública concurrencia los aparcamientos de los edificios de viviendas o de oficinas, lo que obligaba a adoptar ciertas soluciones poco adecuadas para este tipo de edificaciones. La publicación de la Guía Técnica de Aplicación del R.E.B.T. ha aclarado que sólo los de uso público deben ser considerados como tal.

2.2. CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE)

Este documento, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo y de aplicación obligatoria en su totalidad desde marzo de 2007 para los edificios que hayan obtenido la licencia de obra con posterioridad a dicha fecha, afecta a las instalaciones de los aparcamientos en muy diversos aspectos y según las regulaciones establecidas en los distintos Documentos Básicos que lo componen, más concretamente en parte de las Exigencias Básicas, bien de seguridad, bien de habitabilidad. Es conveniente indicar que existe un proyecto de Real Decreto para la aprobación del Documento Básico sobre ruido (DB HR) en el que se ha incluido, además una Disposición Final Tercera que recoge un gran número de modificaciones del CTE (errores, erratas, matizaciones, etc.), que entiendo es necesario tener en consideración aunque no se haya publicado todavía.

En lo que respecta a las instalaciones propias de los aparcamientos, deben tenerse en cuenta las siguientes afecciones:

l) Seguridad en caso de incendio (DB SI)

El Documento Básico SI sobre *Seguridad en caso de incendio* afecta a las instalaciones de los aparcamientos por distintas consideraciones recogidas en varias de las correspondientes Exigencias Básicas. Una de éstas, la SI 4, sobre *Detección, control y extinción del incendio*, establece la dotación con que deben contar los aparcamientos en cuanto a sistemas de detección y extinción. Pero además, hay que tener en cuenta lo siguiente:

- a) El apartado 3 de la Exigencia Básica SI 1 sobre *Propagación interior* establece una serie de consideraciones en cuanto al efecto de los pasos de elementos de las instalaciones (cables, tuberías, conductos, etc) a través de elementos de compartimentación de incendios.
- b) En el apartado 8 de la Exigencia Básica SI 3, relativa a *Evacuación*, se establece que los aparcamientos no abiertos deben disponer de un sistema de control del humo de incendio, que en la mayor parte de los casos coincidiría con el sistema de ventilación obligatorio por la aplicación de las condiciones de salubridad establecidas por este CTE.

Es necesario añadir que tienen la consideración de aparcamiento abierto aquellos que cumplen a la vez las siguientes condiciones:

- En cada planta las fachadas deben presentar un área total permanente abierta al exterior no inferior a 1/20 de la superficie construida del aparcamiento. De dicha superficie al menos 1/40 tiene que estar distribuida de manera uniforme entre las dos paredes opuestas que se encuentren a menor distancia.

-
- The distance from the top of the openings to the ceiling may not be over 0.5 m.

c) In underground car parks the (upbound) evacuation stairways must be fitted with special protection. This involves, among other things, smoke control in the form of ventilation or differential pressure systems.

II) Healthfulness (DB HS)

Basic Document HS on *Healthfulness* includes a Basic Requirement that impacts car parks: namely, the requirement that regulates *Indoor air quality* (DB HS 3), which mandates that car parks must be fitted with natural or mechanical ventilation systems. Since the requirements for natural ventilation are not readily met, mechanical systems have to be installed in most cases. Such systems may consist in extraction only or extraction and a mechanically driven supply of fresh air, but in either case if the car park has space for over five vehicles it must also have a carbon monoxide detection system that automatically sets the fans in operation.

Basic Requirement DB HS 5, in turn, on *Water evacuation* regulates drainage. These are the first statutory building regulations applicable to collection systems nationwide. Although the content of this document will be analyzed in fuller detail in the section on drainage, be it said here that it calls for grease traps in car parks, along with other waste pumping requirements that must be taken into account in most, inasmuch as their internal drainage is at a lower elevation than the connection to the external system.

III) Energy savings (DB HE)

With respect to energy savings, car parks are only subject to Basic Requirement DB HE 3 on *Energy efficient lighting*. This document affects lighting in two ways: on the one hand in terms of the electricity demand, which is limited to the so-called Energy Efficiency Value of the Facility (Spanish acronym VEEI); and on the other with respect to the on-off switches, which in areas only sporadically used must be governed by a presence detection system or a timer. The latter specification is understood to apply to private car parks only, for the use of public facilities cannot be regarded to be sporadic.

IV) Safe use (DB SU)

Of the eight Basic Requirements in the Basic Document on *Safe use*, only one affects car park M&E: *Prevention of hazards due to insufficient lighting*. Lightning protection has been omitted in the understanding that underground car parks, on which this Review focuses, are not exposed to that hazard.

The above Basic Requirement establishes a series of minimum lighting levels in (pedestrian, vehicle or mixed) traffic areas, as well as provisions on the emergency lighting needed to ensure minimum visibility in the event of an outage. Only underground or closed car parks with a built area of over 100 m² are subject to this requirement, however.

2.3. FIRE PROTECTION REGULATIONS (R.I.P.C.I.)

These regulations were approved under Royal Decree 1942/1993 of 5 November to supplement code NBE-CPI, since repealed, for among other things the latter only established the type of fire protection facilities needed in buildings, but not their specifications. The Technical Building Code, which supersedes code NBE-CPI, adopts the same approach and invokes the R.I.P.C.I. as the document that regulates fire protection facility design, construction, commissioning and maintenance.

The fire protection regulations, which consequently remain in force, establish the specifications for fire detection, control and extinction facilities, sometimes directly but more often via reference to UNE (Spanish national) standards.

- La distancia desde el borde superior de las aberturas hasta el techo no puede ser superior a 0,5 m.
- c) En los aparcamientos subterráneos las escaleras de evacuación (ascendentes) deben ser especialmente protegidas, lo cual implica, entre otras cosas, que deben estar protegidas frente al humo por sistemas de ventilación o de presión diferencial.

II) Salubridad (DB HS)

El Documento Básico HS sobre *Salubridad* incluye una Exigencia Básica que afecta de forma importante a los aparcamientos. Me refiero en concreto a la exigencia que regula la *Calidad del aire interior* (DB HS 3) por la cual es obligatorio que los aparcamientos estén dotados de un sistema de ventilación, que puede ser natural o mecánica. Las exigencias relativas al sistema de ventilación natural no serán fáciles de cumplir en muchas edificaciones, por lo que en la mayor parte de los casos se terminarán implantando sistemas mecánicos. Estos sistemas pueden ser simplemente mediante extracción o combinando ésta con admisión, pero en ambos casos si el aparcamiento tiene capacidad para más de 5 vehículos deberá disponerse además de un sistema de detección de monóxido de carbono que active automáticamente los extractores.

Por otra parte está la Exigencia Básica DB HS 5 sobre *Evacuación de aguas*, que regula las condiciones de las instalaciones de saneamiento. Es importante destacar que es la primera norma de obligado cumplimiento en el ámbito nacional y de aplicación a la edificación. Aunque ya se analizará más en detalle el contenido de este documento cuando se traten las instalaciones de saneamiento, puedo anticipar que en lo que afecta a los aparcamientos se establece la exigencia de incorporar separadores de grasas, siendo aplicables además otras consideraciones relativas a sistemas de bombeo y elevación que en una gran parte de los mismos será necesario tener en cuenta por estar la red interior por debajo de la cota del punto de acometida a la red exterior.

III) Ahorro de energía (DB HE)

En cuanto a los aspectos relacionados con el ahorro de energía, los aparcamientos se ven afectados únicamente por la Exigencia Básica DB HE 3 sobre *Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación*. Este documento afecta a las instalaciones de iluminación de dos formas distintas. Por un lado en cuanto al consumo eléctrico asociado a esta instalación, que queda limitado por lo que se denomina Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI). Por otro lado, en lo referente a los dispositivos de encendido y apagado, que en zonas de uso esporádico deben ser controlados por un sistema de detección de presencia o disponer de temporización, lo que afecta a aparcamientos privados pues hay que entender que los públicos no reúnen la condición de uso esporádico.

IV) Seguridad de utilización (DB SU)

El Documento Básico sobre *Seguridad de utilización* incluye un total de ocho Exigencias Básicas de las cuales sólo una afecta a las instalaciones de los aparcamientos: la relativa a *Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada*. No considero la seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo en tanto entiendo que los aparcamientos subterráneos en los que se centra fundamentalmente este Cuaderno no presentan este riesgo.

Dicha Exigencia Básica establece una serie de condicionantes en cuanto a los niveles mínimos de iluminación en zonas de circulación (de personas, vehículos o mixtas) así como en lo relativo al alumbrado de emergencia necesario para mantener una visibilidad mínima en caso de fallo del alumbrado normal. Esto último sólo afecta a los aparcamientos subterráneos o cerrados con una superficie construida superior a 100 m².

2.3. REGLAMENTO DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (R.I.P.C.I.).

Este Reglamento se redactó con el propósito de complementar a la ya derogada NBE-CPI, pues, entre otras cosas, esta Norma Básica únicamente establecía la dotación necesaria de los edificios en cuanto a las instalaciones de protección contra incendios que debían incorporar, pero no regulaba sus características, y fue aprobado por el Real Decreto 1942/1993 de 5 de noviembre. El CTE, que anula a la citada NBE-CPI, mantiene el mismo planteamiento y se remite al R.I.P.C.I. como documento que regula el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de las instalaciones de protección contra incendios.

El Reglamento mantiene por tanto su vigencia, y establece de forma directa en algunos casos y mediante referencias al cumplimiento de determinadas normas UNE en otros (la mayor parte) cómo deben ser las instalaciones de detección, control y extinción de incendios.

2.4. UNE (SPANISH NATIONAL) STANDARDS

The number of new UNE standards written and existing standards revised has grown significantly in recent years. Only a minority, however, i.e., those explicitly established as mandatory in a regulation or royal decree, are statutory. Consequently, the others should be construed as reference documents and indeed are often useful in the absence of other design recommendations.

Attention is drawn in this respect to a situation that may lead to confusion or misunderstanding. The process of drafting new UNE standards in which the industry is immersed often leads to the adoption and publication of documents which, while highly useful, are not initially enforceable; i.e., they are mere references, tools which engineers may choose to employ. But when existing statutory standards are revised, the initial versions remain legally in effect, with the concomitant inconsistencies.

To avoid such anomalies, the lists of statutory UNE standards should be officially updated, but this is not in practice done as frequently as the publication of new standards requires. By way of example, although nearly five years have lapsed since approval of the R.E.B.T. (low voltage regulations), this piece of legislation has yet to be included in the respective list of UNE standards. Similarly, the R.I.C.P.I. has been updated only once since it first came into effect 14 years ago.

The number of UNE standards that are statutory at this writing is so large that a list has been attached to the present review. Note that both the Technical Building Code and the regulations referred to above (R.E.B.T. and R.I.C.P.I.) include similar lists. And yet reference should be made to three statutory UNE standards not mentioned in any of the above texts and specifically applicable to car parks.

These are:

- UNE 100166 – *HVAC. Car park ventilation.*
- UNE 23300 – *Instruments for detecting and measuring carbon monoxide concentration*
- UNE 23301 – *Instruments for detecting and measuring carbon monoxide concentration in garages and car parks*

3. M&E SERVICES IN CAR PARKS

3.1. FIRE PROTECTION

As noted earlier, at present these facilities are regulated essentially by the Technical Building Code, as supplemented by the Fire Protection Regulations (Spanish initials, R.I.P.C.I.). In addition, some local governments have established municipal ordinances, largely based on standard NBE-CPI-96, which will therefore have to be updated.

Nonetheless, as noted earlier, this Article aims to cover nationwide legislation only, leaving it to engineers to adapt their designs to regional and local requisites.

This item addresses detection and extinction facilities, while others that have to do with fire safety such as ventilation or emergency lighting will be discussed in other sections. Pursuant to regulatory provisions, car parks must be fitted with the following:

a) Portable extinguishers

All premises used for vehicle parking must have 21A-113B fire extinguishers positioned within 15 m of the nearest exit on each storey: users must not have to go up or downstairs to find an extinguisher. The choice of the type of extinguisher is left to the discretion of the designer, although standard multi-purpose dry powder units are the ones normally used, inasmuch as they are suitable for both class A and

2.4. NORMAS UNE

En los últimos años la redacción de nuevas norma UNE y la revisión de las existentes se ha incrementado de forma significativa. Bien es cierto, no obstante, que la mayor parte de ellas no es de obligado cumplimiento, pues sólo lo son aquellas para las que un reglamento o un Real Decreto de forma expresa establece su exigencia. En consecuencia, el resto deben utilizarse como documentos de referencia, lo que en muchos casos resulta de gran utilidad en ausencia de otra documentación técnica.

En relación con este particular, me gustaría llamar la atención sobre una situación que bajo mi punto de vista puede llevar a confusión y malos entendidos. El proceso de redacción de nuevas normas UNE en el que nos encontramos inmersos hace que con frecuencia se aprueben y editen documentos que, pudiendo ser de gran utilidad, no son en principio exigibles; es decir, serían meras referencias de las que los técnicos podemos echar mano. Pero ocurre también que al ser revisadas normas UNE de obligado cumplimiento ya existentes, las anuladas sigan siendo, a pesar de ello, vigentes a los efectos reglamentarios, lo que parece un contrasentido.

Para evitar esto, se deberían realizar actualizaciones oficiales de las listas de normas UNE exigibles por la aplicación de los distintos reglamentos, pero en la práctica esto no ocurre con la frecuencia que el ritmo de la edición de nuevas normas requiere. Puede citarse, por ejemplo, que casi cinco años después de la aprobación del R.E.B.T. todavía no se ha producido ninguna actualización de la correspondiente relación de normas UNE. De la misma forma, el R.I.P.C.I. ha sufrido una sola actualización en sus casi 14 años de vigencia.

El número de normas UNE que en estos momentos son de obligado cumplimiento es tan elevado, que no he considerado oportuno incluir un listado de las mismas. Téngase en cuenta que tanto el CTE como los reglamentos antes citados (R.E.B.T. y R.I.P.C.I.) incorporan dichos listados. No obstante resulta conveniente citar tres normas UNE a las que no se hace referencia en ninguno de los reglamentos citados, por lo que son de obligado cumplimiento, y que son de aplicación específica a aparcamientos.

Dichas normas son las siguientes:

- UNE 100166 – *Climatización. Ventilación de aparcamientos.*
- UNE 23300 – *Equipos de detección y medida de la concentración de monóxido de carbono*
- UNE 23301 – *Equipos de detección de la concentración de monóxido de carbono en garajes y aparcamientos*

3. INSTALACIONES EN LOS APARCAMIENTOS

3.1. INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Por lo indicado anteriormente, estas instalaciones se encuentran reguladas en la actualidad fundamentalmente por el Código Técnico de la Edificación y, complementariamente, por el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (R.I.P.C.I.). En algunos ayuntamientos existe además reglamentación local (Ordenanzas), gran parte de ella basada en la NBE-CPI-96, por lo que tendría que ser actualizada.

No obstante, como ya se ha indicado, no es objeto de este Cuaderno el tratar también aquellos aspectos que se derivan de la aplicación de normativa que no sea de ámbito nacional, la cual deberá ser tenida en cuenta en cualquier caso por el proyectista.

Por otro lado, en este Apartado se incluyen únicamente las instalaciones de detección y extinción, pero no otras que tienen que ver con la seguridad en caso de incendio como son las de ventilación o alumbrado de emergencia que serán tratadas más adelante. Teniendo en cuenta las consideraciones reglamentarias, la dotación de los aparcamientos en cuanto a instalaciones de protección contra incendios debe ser la siguiente:

a) Extintores portátiles

Todo local destinado a aparcamiento de vehículos tiene que disponer de extintores de eficacia 21A – 113B de forma que desde cualquier origen de evacuación no haya que recorrer más de 15 m para alcanzar uno de ellos. Esto debe aplicarse en cada planta, no siendo válido a estos efectos el desplazamiento a plantas superiores o inferiores para acceder a un extintor. La elección del agente extintor queda a criterio del proyectista, aunque habitualmente son utilizados los de polvo polivalente por ser éste adecuado simultánea-

B fires.

Extinguishers must be located in places where they are readily visible and accessible, and therefore should not be hung on columns between vehicles. Wherever possible, they should be near exits and preferably on vertical surfaces. The top of the extinguisher, moreover, may not be more than 1.70 m off the floor.

Lastly, fire extinguishers must meet the requirements laid down in Spanish standard UNE 23110, which regulates their specifications, as well as the Regulations on Pressure Vessels, in particular Supplementary Code MIE-AP5.

b) Hose reel cabinets

Car parks with a built area of over 500 m² must be fitted with cabinets housing 25-mm hoses, which must be (Spanish/European standard) UNE EN 671-1- compliant.

The aspects to bear in mind in designing these facilities include:

b.1) Car park area coverage: cabinet positioning

Cabinet siting is, naturally, subject to the actual reachable range, given the length of the hose (usually 20 m), plus the distance – 5 m – within reach of the water. Cabinets must be installed to cover the entire area of the fire compartment to be protected. Even where longer hoses are used, in addition to the above provisions, designers must bear in mind that pursuant to the regulations no point in the car park may be more than 25 m away from the closest hose reel. Moreover, cabinets must be located near, and wherever possible within 5 m of, the fire compartment exits, in an obstacle-free zone to ensure ready access to and operation of the hoses.

In light of the above, the most practical approach to attain full coverage would be to first position hose reel cabinets near garage exits and then distribute the rest throughout the car park as necessary. This involves taking account of the parking bay layout, to ensure that vehicles do not block or impede access to the cabinets. Furthermore, although there is no explicit provision to this effect, cabinets located on one storey cannot be used as protection for any other storey, even where the above requirements are met.

When attaching the cabinets to walls and similar, installers must bear in mind that the nozzle and cock must not be more than 1.50 m off the floor.

b.2) Pipe system sizing

The R.I.C.P.I. requirements with respect to the source of supply and piping are confusing and their practical application is complex. The regulations state quite clearly that service must be guaranteed for one hour to the two cabinets with supply is weakest. The requirement that the minimum dynamic pressure at the outlet in both must be at least 2 bar does not lead simply, however, to conformity with another requirement on minimum flow and available pressure at the inlet that should serve to size the water supply system.

Setting that provision aside, systems for 25-mm hoses are generally designed to ensure a flow of 1.67 l/sec for each hose. This is the value defined in prior versions of standard NBE-CPI and still mentioned in certain local codes, with a minimum static pressure at the inlet of from 3.5 to 4.0 bar (for 20-m hoses) when the facility is in operation. Unless the car park is unusually large or the source pressure very low, this means that 2½" pipes can be used throughout, except in the shunts to cabinets, where 1½" piping suffices.

mente para las clases de fuego A y B.

En cuanto al emplazamiento de los extintores, deberá ser tal que sean fácilmente visibles y accesibles, por lo que no deben situarse sobre los pilares entre vehículos. Si es posible, estarán próximos a las salidas de evacuación y preferentemente sobre paramentos verticales. Además, la parte superior de los extintores no puede estar a más de 1,70 m sobre el nivel del suelo.

Por último es de reseñar que los extintores de incendio tienen que ser conformes a la norma UNE 23110 que, en sus distintas partes, regula las características de estos equipos, y cumplieran las exigencias del Reglamento de Aparatos a Presión, en particular su Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP5.

b) Bocas de incendios

Si la superficie total construida del aparcamiento es superior a 500 m² será necesario que incorpore una instalación de extinción mediante bocas de incendio, que deberán ser de tipo 25 mm, y conformes a la norma UNE EN 671-1.

Respecto a las distintas consideraciones a tener en cuenta en relación al diseño de estas instalaciones se han diferenciado los siguientes aspectos:

b.1) Cobertura de la superficie de aparcamiento: ubicación de las bocas.

Para la implantación de las bocas de incendio debe tenerse en cuenta que su radio de acción en recorrido real queda limitado por la longitud de la manguera (habitualmente 20 m) más 5 m por el alcance del chorro, teniendo que dar cobertura a la totalidad de la superficie del sector de incendio donde se instalen. Aunque la manguera fuera de mayor longitud, complementariamente a lo anterior hay que tener en cuenta que reglamentariamente la distancia máxima desde cualquier punto del local protegido hasta la boca de incendio más próxima está limitada a 25 m. Además, las bocas se situarán próximas a las salidas del sector de incendio que protegen, a no más de 5 m de éstas siempre que sea posible, debiendo mantener alrededor de los equipos una zona libre de obstáculos que permita el acceso a los mismos y su fácil maniobrabilidad.

En relación con lo anterior habría que comenzar por situar bocas de incendio en las proximidades de las puertas de salida de los garajes y distribuir el resto por la superficie del aparcamiento de forma que se consiga una total cobertura. A estos efectos hay que tener en cuenta cómo se distribuyen las plazas de aparcamiento de forma que una vez en uso los vehículos no dificulten el acceso a las bocas de incendio. Por otro lado, y aunque no está recogido de forma expresa en la reglamentación de aplicación, no sería válido dar cobertura a una planta con equipos situados en otra planta superior o inferior, aunque se cumplieran las indicaciones recogidas previamente.

Para la fijación de las bocas en los paramentos deberá tenerse en cuenta que su boquilla y la válvula de apertura deben estar como máximo a 1,50 m sobre el nivel del suelo.

b.2) Dimensionado de las redes de tuberías

Respecto a las condiciones que tienen que reunir tanto la fuente de abastecimiento como la red de tuberías correspondiente, las exigencias establecidas en el R.I.P.C.I. resultan en parte confusas o más bien complejas en su aplicación práctica. Queda claro que tiene que estar garantizado el servicio de las dos bocas de incendio hidráulicamente más desfavorables al menos durante 1 hora, si bien la condición de que en este tiempo la presión dinámica mínima en el orificio de salida de cualquiera de ellas debe ser de 2 bar no conduce de forma sencilla a otra condición directa de caudal mínimo y presión disponible en la conexión a la boca que sirva para el dimensionado de la red de suministro de agua.

Obviando esta regulación, es habitual que las redes para equipos de 25 mm se diseñen teniendo en cuenta un caudal en cada boca de 1,67 l/seg, valor definido en anteriores versiones de la NBE-CPI y todavía recogido en algunas normativas locales, y considerando una presión estática mínima a la entrada de la boca entre 3,5 y 4,0 bar (para mangueras de 20 m de longitud) con la instalación en funcionamiento. Salvo en condiciones excepcionales de aparcamientos de gran extensión o de presiones en origen bajas, esto se traduce en que toda la distribución puede realizarse con tubería de 2 ½" de diámetro, salvo las derivaciones a una boca en las que sería suficiente 1 ½".

The pipe system can, of course, be made of black steel; costlier galvanized steel is not necessary inasmuch as it features no particular advantage other than in exteriors exposed to rain, which is hardly the case in underground car parks. Furthermore, to maintain the continuity of the zinc coating, no welds could be made unless the welded components were subsequently dismantled and regalvanized, which would condition construction.

In cold climates, account must be taken of the possibility of water freezing in lengths of pipe exposed to the elements or in open above-grade car parks, roofed or otherwise.

b.3) Source of supply

This is the most controversial aspect of fire hose cabinet design and the one with greatest impact on subsequent performance. Since the applicable legislation only stipulates that the pressure, flow and water reserves must be suitably guaranteed, it is up to the design engineer to define specifications that meet all those requirements. The simplest and most inexpensive option is to connect the system directly to the external water supply, although the answer to the question of whether sufficient capacity will be assured is generally no, since the respective utility will seldom assume such a commitment.

The water pressure in underground car parks is naturally greater than in above grade facilities, but that does not necessarily mean that statutory requisites are going to be met at all times.

In many a design the matter is solved by simply asserting that the external system provides sufficient capacity, with no further verification or checking, based on standard practice in the area. Sometimes spot pressure measurements, rather than time logs, are used as substantiation. The drawback is that such measurements are no guarantee that pressure, nor of course flow capacity or continuity, will remain constant in the medium or long term.

In this author's opinion, the only way to guarantee that the source of supply will meet requirements is by installing a booster set specifically sized for the car park (or the building where it is located) to ensure a flow of 12 m³/h and a pressure of 4 bar (head loss at the hose outlet) over the pressure needed, depending on head loss. Water in such systems should be drawn from a 12-m³ tank, i.e., sufficient to ensure operation for one hour. Greater safety is obviously attained if provision is also made for a pipe that by-passes the booster set to allow for a direct connection between the external and internal systems.

The water tank must be equipped with automatic fill and emptying systems, an overflow mechanism and a man-hole for cleaning; the booster set must be UNE 23500-compliant; the system must be fitted with a test by-pass and the room where it is housed must be fitted with a sump and ventilation. In addition, the water tank and booster set stake-out should be performed bearing in mind that the suction pipe should generate barely any head loss. Lengthy, winding or narrow layouts must be avoided, for pump cavitation problems are relatively frequent due to the scant pressure available, conditioned by the water height, which declines as the tank empties.

c) Dry pipe

Underground car parks with more than three storeys below grade must be fitted with a dry pipe with outlets on all storeys. This facility is likewise mandatory in above grade car parks with more than four storeys.

Where, however, the practical benefit of such a pipe is questionable due to the existence of public extinction services in the area or the location of the car park, municipal authorities may waive the requirement, providing the car park is equipped with hose reel cabinets.

The dry pipe must also have a readily accessible outlet for external fire protection services, clearly labelled for firefighter use only. This outlet must have a Siamese connection with built-in cut-off cocks,

Por supuesto, la red de tuberías puede ser de acero negro, no siendo necesario utilizar acero galvanizado pues supone un mayor coste y no ofrece ventajas salvo en trazados exteriores sometidos a la acción de la lluvia, que en aparcamientos subterráneos es difícil que existan. Además, si se quiere mantener la continuidad del galvanizado no podrían realizarse soldaduras a no ser que con posterioridad las piezas soldadas se desmonten y se galvanicen de nuevo, lo que condiciona la ejecución.

En los trazados al exterior o en aparcamientos en altura abiertos, aunque sean cubiertos, habría que tener presente la posibilidad de congelación del agua en climas fríos.

b.3) Fuente de abastecimiento

Es este el aspecto que más controversia genera en el proyecto de las instalaciones de bocas de incendio y que más importancia va a tener en el posterior comportamiento de las mismas. A estos efectos la reglamentación aplicable indica únicamente que las condiciones de presión, caudal y reserva de agua deben estar adecuadamente garantizadas, por lo que queda a criterio del proyectista determinar la solución que cumpla dichos requisitos. Lo más inmediato, sencillo y económico será realizar una conexión directa a la red exterior de suministro, si bien habría que preguntarse si ésta puede asegurar tales condiciones, a lo que habría que responder que en general no, pues es difícil que la compañía correspondiente asuma tal compromiso.

Es cierto que en los aparcamientos subterráneos, por su condición esencial de enterrados, disponen de más presión que las plantas sobre rasante, si bien ello no supone que vayan a quedar garantizadas en todo momento las exigencias reglamentarias.

Es frecuente ver proyectos en los que el asunto se resuelve afirmando que la red exterior tiene capacidad suficiente, sin mayores determinaciones ni comprobaciones, apoyándose en la práctica habitual de la zona. En ocasiones se realizan medidas puntuales de presión, que no registros en el tiempo de la misma, sin tener en cuenta que ello no garantiza que se vaya a mantener constante a medio o largo plazo ni por supuesto su capacidad en cuanto a caudal ni su continuidad.

Bajo mi punto de vista, la única forma de garantizar que la fuente de abastecimiento reúne las condiciones exigibles es que ésta esté constituida por un grupo de presión propio del aparcamiento (o del edificio donde se ubique) dimensionado para un caudal de 12 m³/h y con la presión necesaria en función de la pérdida de carga de la red de tuberías incrementada en 4 bar (pérdida en la boca de incendio), que aspire agua de un aljibe de 12m³ de capacidad, suficiente para asegurar una reserva de funcionamiento de 1 hora. Es evidente que se alcanza un mayor nivel de seguridad si se prevé además un "by-pass" externo al grupo de presión que permita una conexión directa a la red interior desde la exterior.

El mencionado aljibe debe disponer de un sistema automático de llenado, de un vaciado, de un rebosadero y de un registro para su limpieza; el grupo de presión debe ser conforme a la norma UNE 23500; el sistema debe estar equipado con un "by-pass" de prueba y la sala donde se ubique debe disponer de un sumidero y de ventilación. Hay que añadir que en el replanteo del aljibe y del grupo de presión debe tenerse en cuenta que la tubería de aspiración apenas debe producir pérdida de carga, evitando trazados largos, sinuosos o de escaso diámetro, pues son relativamente frecuentes problemas de cavitación en las bombas dada la escasa presión disponible, condicionada por la altura del propio aljibe, la cual se reduce a medida que éste se vacía.

c) Columna seca

Es preceptivo equipar los aparcamientos subterráneos de más de tres plantas bajo rasante con una instalación de columna seca que disponga de tomas en todas sus plantas. Es también obligatoria esta instalación en aparcamientos en altura con más de cuatro plantas sobre rasante.

No obstante, si la utilidad de esta instalación fuera dudosa como consecuencia de la dotación de los servicios públicos de extinción de la zona o por el emplazamiento del aparcamiento, las autoridades municipales pueden determinar la no necesidad de la misma siempre que exista una instalación de bocas de incendio.

La instalación de columna seca dispondrá también de una toma en una zona fácilmente accesible al servicio contra incendios exterior, con la indicación de uso exclusivo de bomberos, prevista de conexión sia-

UNE 23400-compliant 70-mm nozzles and a bleeder valve. The outlets on each storey must also be fitted with Siamese connections, although in this case a nozzle diameter of 45 mm will suffice. In both cases the centre of the outlets must be 0.90 m off the floor.

As a general rule, the R.I.P.C.I. calls for one cut-off cock for every four storeys, which must be sited over an exit. That general specification must be understood to be applicable to underground car parks.

Lastly, the dry pipe must be made of galvanized steel, with a design diameter of 80 mm.

d) Outdoor hydrants

Two requirements are applicable here. One is a result of the standards in effect for any type of building, which specify that if the height of the upward evacuation is greater than 6 m (more than two underground storeys), there must be at least one hydrant for every 10,000 m² or fraction of built area. The second requirement, specific to car parks, is mandatory – regardless of any other consideration – for premises with areas of over 1,000 m² and likewise calls for one hydrant for every 10,000 m² of built area or fraction.

In any event, hydrants located on the public thoroughfare at less than 100 m from a facade with access into the building can be counted for the above intents and purposes, although it is not clear how this may apply to underground car parks. Since the provisions are open to a number of interpretations, the suggested approach is to address all pertinent enquiries to the competent authority.

Although the legislation does not specify how hydrants should be sited, either in general or specifically for car parks, it would make good sense to position them near vehicle or pedestrian accesses.

There are two types of hydrants: above and underground, both of which are acceptable, although in areas subject to freezing risk only dry barrel type hydrants may be used in above ground plugs. In any event, hydrants must conform to the applicable UNE standards (UNE 23405 and UNE 23406 for the above ground and UNE 23407 for the underground type), as must the nozzles (UNE 23400) and hoses (UNE 23900) used.

The legislation lays down no requirements on flow, pressure or water reserves for hydrants, nor does it stipulate whether they are to be connected to the building's (car park's in this case) own water system. In standard practice they form a part of the external system, with use assigned to the firefighting corps. No further comment is in order, then, with respect to water supply specifications.

At least part of the respective piping must be laid underground and must therefore consist in corrosion-proof materials or systems. Even if protected with an outer coating, steel pipes are unsuitable for experience shows that, primarily due to flawed workmanship, such coating often fails and the resulting corrosion bores holes in the piping. The use of foundry or plastic pipes is therefore recommended.

e) Fire detection systems

Fire detection systems, consisting at least in fire detectors, are imperative in car parks with a built area of over 500 m². In other words, manual call points are not mandatory. Moreover, since the Technical Building Code draws a distinction between detection and alarm systems and the latter are not explicitly required for car parks, while they are for other uses (public housing, for instance), they must be regarded to be unnecessary.

This may initially appear to be contradictory, for the Technical Building Code itself defines fire detection systems to be facilities that detect fire and set off duly localized alarm signals so that suitable measures may be taken. Nonetheless, it does not specify that such signals must be audible or visible to occupants, but merely sufficient to adopt appropriate measures. The latter is left to the designer's discretion. This would limit the function of such systems to the automatic tripping of the smoke control, i.e., the mechanical extraction, system.

mesa con llaves de corte incorporadas y racores de 70 mm conforme a la UNE 23400, con tapa y llave de purga. Las salidas en planta dispondrán igualmente de conexión siamesa, si bien en este caso los racores serán de 45 mm. Ambas tendrán el centro de sus bocas a 0,90 m sobre el nivel del suelo.

Con carácter general, el R.I.P.C.I. establece que cada cuatro plantas debe instalarse una llave de corte por encima de la salida. Debe entenderse que ello es también aplicable en aparcamientos subterráneos.

Por último hay que indicar que la tubería que conforma la columna seca debe ser de acero galvanizado, de 80 mm de diámetro nominal.

d) Hidrantes exteriores

Concurren en este caso dos exigencias de aplicación. Una de ellas se deriva de las consideraciones aplicables a cualquier tipo de edificación, que establece que si la altura de evacuación ascendente es superior a 6 m (más de 2 sótanos) debe existir esta instalación a razón de un hidrante cada 10.000 m² de superficie construida o fracción. La segunda exigencia, específica para aparcamientos, establece también su obligatoriedad sin entrar en otras consideraciones cuando la superficie construida del mismo es superior a 1.000 m² y con la misma razón indicada previamente.

En cualquier caso, pueden considerarse en el cómputo de hidrantes los que se encuentren en la vía pública a menos de 100 m de la fachada accesible del edificio, no quedando claro cómo se aplica esto en los aparcamientos enterrados pues se presta a distintas interpretaciones, por lo que se sugiere que puntualmente se realicen consultas a los órganos competentes correspondientes.

Además, no se establecen criterios en cuanto a cómo deben ser implantados, ni con carácter general ni específico en aparcamientos, aunque en buena lógica deberían quedar ubicados próximos a los accesos a los mismos, bien de vehículos o bien de peatones.

Existen dos tipos de hidrantes: los de columna al exterior y los de arqueta, ambos válidos, aunque los primeros serán de columna seca si existe riesgo de heladas. En cualquier caso, los hidrantes deben ser conformes a las correspondientes normas UNE de aplicación (UNE 23405 y UNE 23406 los de columna y UNE 23407 los de arqueta), así como los racores (UNE 23400) y mangueras (UNE 23900) que se utilicen.

No quedan establecidas en la reglamentación exigencias en cuanto a caudal, presión y reserva de agua, ni se indica si deben quedar conectados a la red propia de la edificación (aparcamiento en este caso), siendo habitual que se incorporen a la red exterior, cediéndose a los servicios de bomberos. No caben por tanto mayores consideraciones en cuanto a las características que debe reunir la fuente de abastecimiento de agua.

Para la red de tuberías deberá tenerse en cuenta que, al menos en parte, su trazado será enterrado, por lo que deben preverse materiales o sistemas protegidos contra la corrosión. Es por tanto desaconsejable utilizar tuberías de acero, aunque sea con un recubrimiento exterior, pues la experiencia demuestra que, fundamentalmente por defectos de ejecución, es fácil que falle y se produzcan perforaciones en la red. En consecuencia es recomendable el empleo de tuberías de fundición o de materiales plásticos.

e) Sistemas de detección de incendios

Es preceptiva la instalación de un sistema de detección de incendios en aparcamientos cuya superficie construida sea superior a 500 m², el cual deberá disponer, al menos, de detectores de incendio. Es decir, no es obligatoria la instalación de pulsadores manuales. Por otra parte, dado que el CTE distingue estos sistemas de los de alarma y no se establece expresamente la obligatoriedad de estos últimos a diferencia de otros usos (residencial público, por ejemplo), hay que entender que no son necesarios.

Esto puede parecer en principio un contrasentido, pues el propio CTE define los sistemas de detección de incendios como aquellos que permiten detectar un incendio y emitir las señales de alarma y localización adecuadas para que puedan adoptarse las medidas apropiadas. No obstante, obsérvese que no se indica que se deban emitir señales acústicas o visuales perceptibles por los ocupantes, sino que se adopten las medidas apropiadas, quedando a juicio del proyectista cuáles son éstas. Su función quedaría entonces limitada a la activación automática del sistema de control de humo, es decir, el sistema de extracción mecánica.

Furthermore, smoke control systems are mandatory in any open car park, regardless of area or number of parking bays; in practice, fire detection systems may be understood to be mandatory in all cases, and not only in car parks with an area of over 500 m².

Automatic detection system characteristics and specifications are regulated in statutory standard UNE 23007, to which detectors must conform. Depending on the type of detector selected, for layout purposes coverage should be computed to be 20 m² for thermal units and 60 m² for smoke detectors, pursuant to the provisions of the above UNE standard and taking account of the specific installation conditions existing in car parks. Designers often overestimate coverage areas, for the areas specified in the standard are greater for other less adverse circumstances.

If fire detector facilities are voluntarily supplemented with call points, a measure recommended by this author, the latter should be positioned in the car park in such a way that the farthest distance to a call button from anywhere within the parking premises is 25 m. Likewise recommended is the installation of an acoustic alarm system, which must operate in conjunction with the detection system and be audible throughout the car park to warn occupants.

3.2. ELECTRICITY

Electrical facilities in car parks are not very different from those of other types of buildings and the legal provisions are largely common to all. As indicated in the introduction, this article does not aim to address the design of such facilities in aspects common to systems for all types of construction with respect to determination of power demand, conductor sizing and layout, electrical switchboards, connections and shunts and so on. And yet, there is one characteristic of car parks that may initially have a significant impact on electrical facility design. Namely, as premises at risk of fire or explosion, they are listed as Hazard Class I structures. As a result, their electrical systems are required, firstly, to be sited as far as possible in safe or low hazard areas. Moreover, electrical services must be installed as specified in Spanish/European standard UNE-EN 60079-14 and R.E.B.T. code ITC-BIT-29, which prevails in the event of discrepancies between the two texts. The provisions of Spanish/European standard UNE-EN 50039 must be followed in intrinsic safety systems.

All of this naturally calls for a series of precautions in respect of the quality of electrical equipment installed, wiring used and the raceways (protective tubing or channels) in which the latter is laid, adding to installation complexity and cost.

In any event, a suitable ventilation system may reduce the area of hazardous zones to even negligible levels; in such cases, the entire facility may be regarded to be safe and therefore exempt from the specific requirements otherwise applicable to the electrical system. All the foregoing is regulated in standard UNE 60079-10.

When car parks are suitably ventilated, as is presently mandatory under the Technical Building Code (DB HS 3), standard practice is to refrain from building special precautions into the electrical facility, other than positioning all mechanisms and raceways at least 1.5 m above ground level. Note that inasmuch as a dewatering pump for sewage will inevitably be installed below that level, compliance with the aforementioned requirement is particularly important.

In connection with the above, the designer must show that with the ventilation system adopted the car park need not be regarded to be at risk of fire or explosion, in accordance with the methodology set out in standard UNE 60079-10, although the procedure set out in the former R.E.B.T., which was in effect for nearly 30 years, solved this question much more simply with satisfactory results. This matter will be dealt with in greater detail in the section on ventilation below.

In addition to the foregoing considerations on electrical facilities in car parks in general, certain other specifics should be borne in mind in respect of public facilities, applicable to all establishments open to the public under R.E.B.T. code ITC-BT-28. As mentioned earlier, while at first car parks in residential and office buildings appeared to be classified as premises open to the public, the respective technical guide made it clear that only public car parks were to be so regarded. This clarification is important because for a while in Spain designs tended to include a series of facilities or systems, such as stand-by generators, that were not actually necessary and which increased construction costs and added to maintenance responsibilities.

En este sentido hay que añadir que dado que los sistemas de control de humo son obligatorios para cualquier aparcamiento abierto, independientemente de su superficie o capacidad de vehículos, en la práctica podríamos entender que el sistema de detección de incendios es obligatorio en todo caso y no solo por encima de 500 m².

Las características y especificaciones de los sistemas automáticos de detección están reguladas en la norma UNE 23007, que es de obligado cumplimiento, teniendo que ser los detectores conformes a la misma. Dependiendo del tipo de detector seleccionado, para su implantación debe considerarse una cobertura por cada equipo de 20 m² para los termovelocimétricos y de 60 m² para los de humo, de acuerdo con lo establecido por la mencionada norma UNE, teniendo en cuenta las características de instalación propias de los aparcamientos. Existe la práctica habitual de considerar erróneamente mayores superficies de cobertura, pues ciertamente en otras condiciones de instalación más favorables esto es así, según queda recogido en la norma UNE citada.

Si la instalación de detectores de incendio se completara de forma voluntaria con pulsadores manuales, lo que a mi entender es recomendable, éstos deberán situarse dentro del aparcamiento de forma que la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto del mismo hasta alcanzar un pulsador no sea superior a 25 m. Me permito recomendar igualmente la instalación de un sistema de alarma integrado en el de detección que emita señales acústicas a los ocupantes del aparcamiento, cuya implantación debe permitir que sea audible en todo el recinto.

3.2. INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD

Las instalaciones de electricidad de los aparcamientos no presentan grandes peculiaridades en comparación con las de otros tipos de edificaciones, siendo en su mayor parte las prescripciones reglamentarias comunes a todas ellas. Como ya se ha indicado al comienzo de este documento, no es objeto del mismo establecer cómo deben diseñarse estas instalaciones en los aspectos que sean similares a cualquier otra edificación, tales como establecimiento de potencias, cálculo de conductores, características de los sistemas de mando y protección (cuadros eléctricos), instalaciones de enlace, etc. No obstante, los aparcamientos presentan una característica que en principio puede condicionar de forma importante cómo tienen que proyectarse sus instalaciones de electricidad. Se trata de su condición de local con riesgo de incendio o explosión, quedando catalogados como emplazamiento peligroso de Clase I. Ello obliga en primer lugar a que los equipos eléctricos se ubiquen en la medida de lo posible en áreas no peligrosas o, en su defecto, donde exista menor riesgo. Además, las instalaciones eléctricas se ejecutarán de acuerdo a lo especificado en la norma UNE-EN 60079-14 y en la instrucción ITC-BT-29 del R.E.B.T., prevaleciendo ésta sobre la norma UNE en caso de contradicción entre ambas. En el caso de sistemas de seguridad intrínseca se tendrá en cuenta también lo establecido por la norma UNE-EN 50039.

Todo ello obliga, como es lógico, a mantener una serie de precauciones en cuanto a la categoría de los equipos eléctricos a instalar así como en cuanto a los cables a utilizar y los conductos (tubos o canales protectores) por donde se introduzcan, lo que sin duda complica y encarece la instalación.

En cualquier caso, un sistema de ventilación adecuado permite reducir la extensión de las zonas de emplazamientos peligrosos incluso hasta valores despreciables, pudiendo en estos casos considerarlos emplazamientos no peligrosos y por tanto sin necesidad de mantener unos requisitos específicos para la instalación de electricidad. Todo ello queda regulado por la norma UNE 60079-10.

La práctica habitual es que, cuando los aparcamientos disponen de un adecuado sistema de ventilación, actualmente obligatorio por la aplicación del CTE según queda regulado en el DB HS 3, no se mantengan precauciones especiales en las instalaciones de electricidad de los aparcamientos, salvo la de no situar ningún mecanismo o canalización por debajo de un plano situado a 1,5 m sobre el nivel del suelo. Téngase en cuenta que es inevitable que si existe un grupo de achique de aguas residuales esté instalado por debajo de la mencionada altura, por lo que se tendrán en cuenta las exigencias reglamentarias mencionadas.

En relación con lo anterior es en principio necesario que el proyectista justifique que la solución de ventilación adoptada permite no considerar al aparcamiento en cuestión como un local de riesgo de incendio o explosión, de acuerdo con la metodología establecida en la última norma UNE referenciada previamente, aunque no puedo olvidar que el anterior R.E.B.T., que ha estado vigente durante casi 30 años, resolvía esta cuestión de una forma mucho más sencilla, con resultados satisfactorios. Este aspecto será tratado de forma más amplia en el apartado correspondiente a las instalaciones de ventilación incluido más adelante.

Además de las consideraciones realizadas hasta el momento en cuanto a las instalaciones de electricidad en este tipo de locales, conviene también señalar las particularidades a tener en cuenta en el caso de los aparcamientos públicos como consecuencia de su carácter de locales de pública concurrencia, como así se establece en la instrucción ITC-

The legal requirements for establishments open to the public are understandably geared to enhancing user safety, essentially by fortifying the guaranteed continuity of electric power for priority facilities or systems and requiring the installation of emergency lighting for evacuation purposes and the visibility of safety systems in the event of an outage. Of the requirements laid down in this regard in code ITC-BT-28, the ones referring specifically to car parks are discussed below.

a) Supplementary stand-by supply

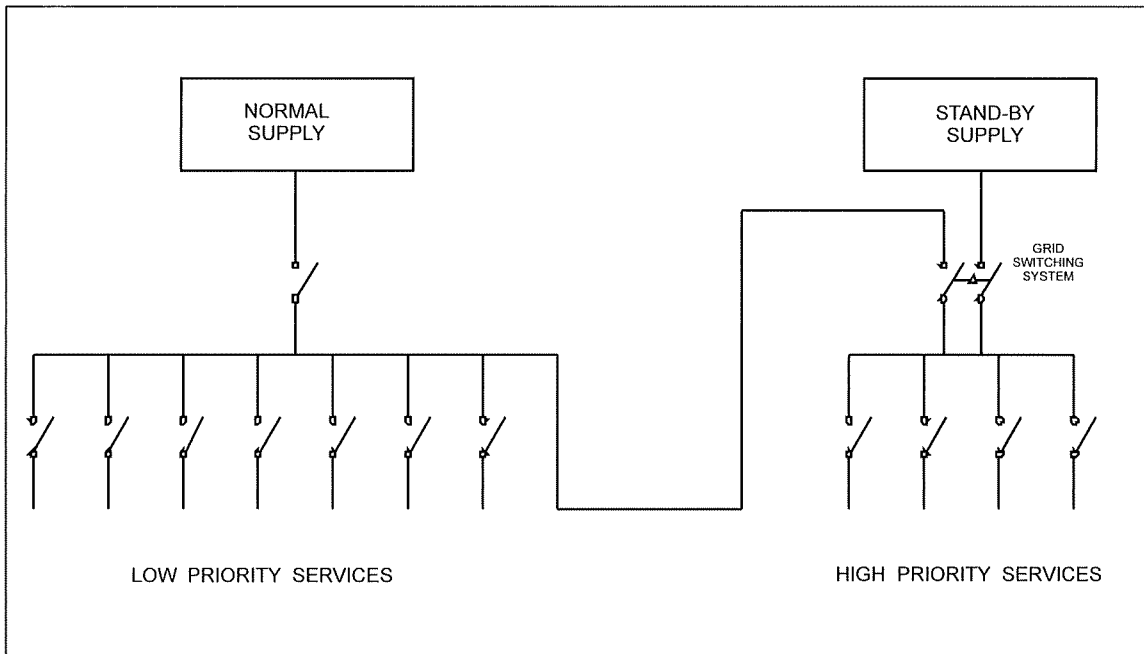
Underground car parks with over 100 bays must have a stand-by power supply. This source, which must supplement the normal source of electric power, is to be devoted to maintain restricted service for the components whose operation is indispensable, and must deliver at least 25% of the total normal power supply. Just how this is to be done in practice is confusing, however.

The stand-by supply may be provided by any of the following, pursuant to Article 10 of the R.E.B.T.

- A second power company.
- The same power company when it has two separate transmission and distribution grids to service the location where power is needed. For these intents and purposes, the two sources of supply may be powered by the same transformer provided the two low voltage distribution lines are completely independent from the point of origin.
- The user's own resources (generally a stand-by generator).

Under any of the solutions adopted the indoor system must be designed to ensure that when the stand-by power system is tripped due to an outage in the normal supply, current must automatically be withdrawn from all low priority services. Either of the two solutions sketched below can be used to this end:

- Two separate systems, one to carry normal power only and the other able to carry power from both the normal and the stand-by sources. The basic layout would be as shown in the figure below:



- A single system with power disconnect devices for low priority services in the electrical switchboards, as in the following basic layout:

BT-28 del R.E.B.T. Ya se ha comentado al comienzo de este documento que aunque en un principio los aparcamientos de edificios de viviendas o de oficinas parecía que debían tener la misma consideración de pública concurrencia, la Guía Técnica de Aplicación aclaró que sólo los públicos quedaban incluidos en esta categoría. Es importante realizar esta aclaración pues en España se han redactado en una época proyectos que incorporaban una serie de equipos o sistemas, como grupos electrógenos, que no eran necesarios y que suponían un encarecimiento de las instalaciones y un incremento de las labores de mantenimiento a realizar.

Como todos podemos entender, las prescripciones reglamentarias aplicables a los locales de pública concurrencia van encaminadas a incrementar la seguridad de los usuarios, fundamentalmente aumentando las garantías en la continuidad del suministro eléctrico a los equipos o servicios prioritarios y obligando a la existencia de alumbrados de emergencia que permitan llevar a cabo la evacuación de las personas e iluminar ciertos puntos de sistemas o instalaciones de seguridad ante un fallo en el alumbrado normal. De las distintas exigencias que la instrucción ITC-BT-28 establece al respecto, en lo que se refiere a los aparcamientos hay que tener en cuenta lo siguiente:

a) Suministro complementario de reserva

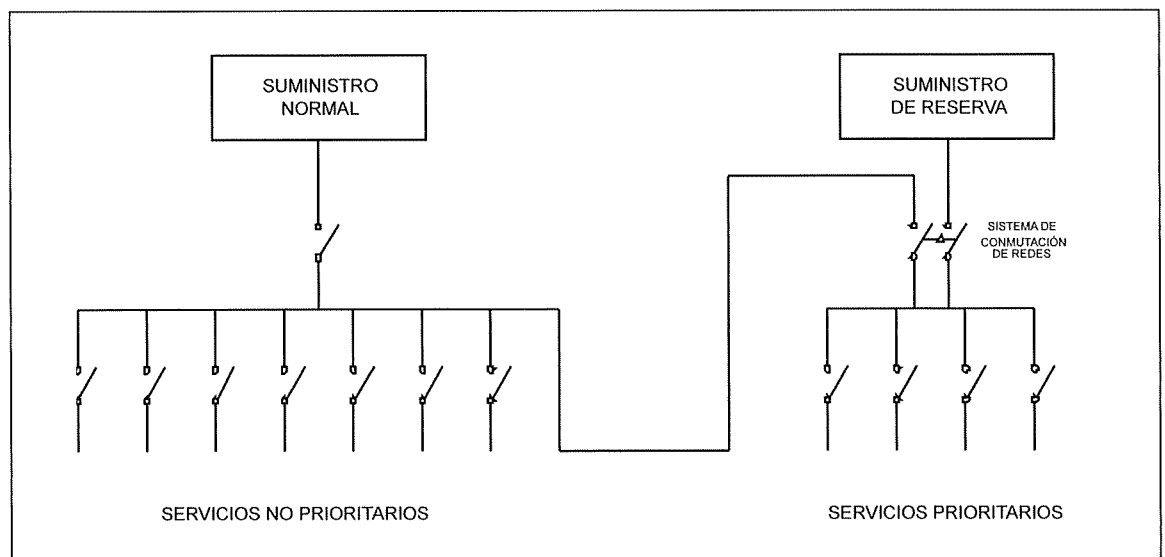
Deben disponer de suministro de reserva los aparcamientos subterráneos con capacidad para más de 100 vehículos. Este suministro complementa al suministro normal, de forma que esté dedicado a mantener un servicio restringido de los elementos de funcionamiento indispensable del aparcamiento, con una potencia mínima del 25% de la total de la contratada para el suministro normal. Es cierto que esto resulta confuso en cuanto a cómo se debe llevar a la práctica.

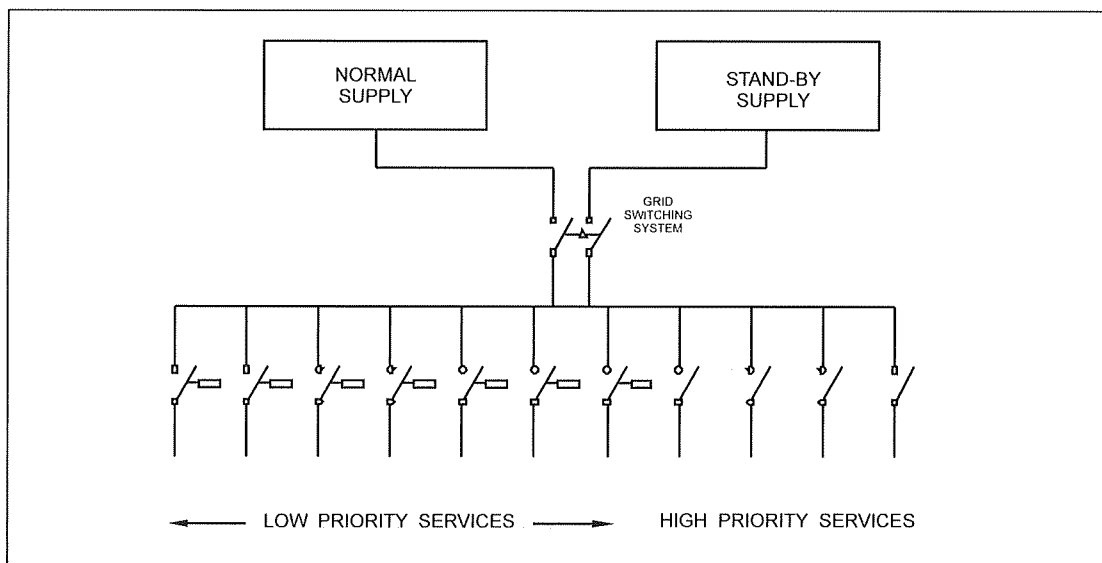
El suministro de reserva se podrá resolver de cualquiera de las siguientes formas, según establece el Artículo 10 del R.E.B.T..

- Por una empresa suministradora distinta de la que realiza el suministro normal.
- Por la misma empresa suministradora cuando en el lugar de utilización de la energía disponga de medios de transporte y distribución independientes. A estos efectos, los dos suministros pueden partir del mismo transformador siempre que las líneas de distribución de ambos sean independientes desde su mismo origen en baja tensión.
- Mediante medios de producción propios del usuario (en la mayor parte de los casos un grupo electrógeno).

En cualquiera de las soluciones adoptadas es necesario realizar el diseño de la instalación interior del aparcamiento de forma que cuando entre en servicio el suministro de reserva ante un fallo del normal se deje automáticamente sin tensión a aquellos servicios que no sean prioritarios. Para conseguir esto se puede optar por cualquiera de las dos soluciones que se esbozan a continuación:

- Realización de dos redes independientes, una de ellas con servicio de red normal únicamente y otra a la que se pueda suministrar energía procedente del suministro normal o del complementario (reserva), según el siguiente esquema básico:





To simplify the above diagram, the entire system is shown as part of a single switchboard, although the disconnect devices could well be placed in any secondary switchboards installed as part of the facility.

Although it is up to the designer to define the safety services to be powered in exceptional situations, these generally consist in emergency lighting and part of the normal lighting, fire protection systems (detection panel board and booster set), ventilation and CO detection systems, waste water pump and drainage equipment, lifts and any other component or service stipulated in the specific safety regulations laid down by the competent authorities. In another vein, systems such as emergency lighting fitted with batteries of their own that ensure sufficient autonomy need not necessarily be connected to the stand-by supply system, for such batteries themselves constitute supplementary sources of supply. Nonetheless, the suitability of providing such systems with connections to the stand-by source should be considered to enhance safety and avoid situations that sometimes arise, in which the emergency lighting is tripped while part of the normal lighting, which may be connected to the stand-by supply, is still on (the reverse would also be unacceptable).

b) Emergency lighting

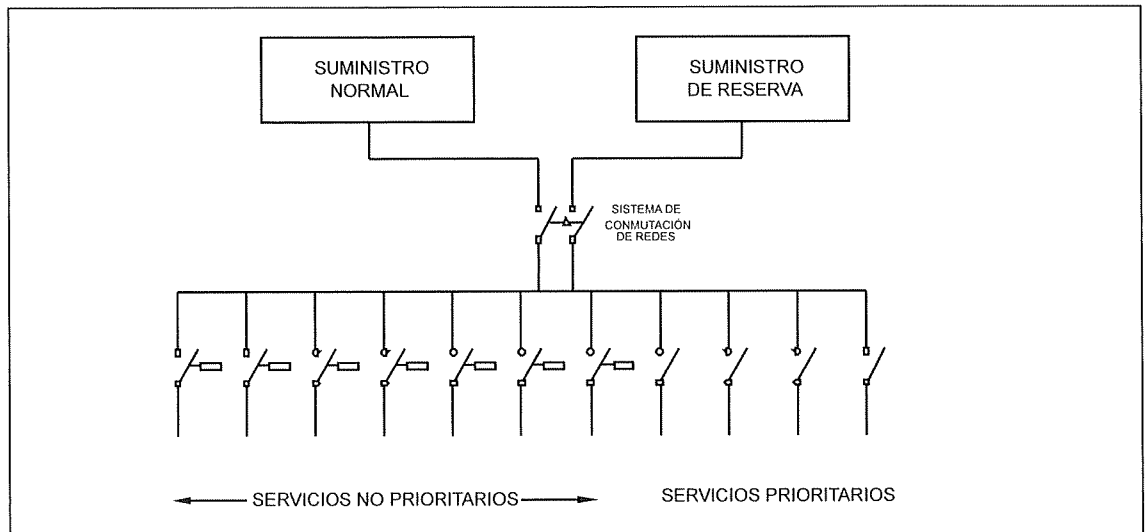
Pursuant to the provisions of R.E.B.T. code ITC-BT-28, all public car parks must have emergency lighting. Moreover, under the Technical Building Code, and more specifically DB SU 4, *Prevention of hazards due to insufficient lighting*, all public and private, open or enclosed car parks with a built area of over 100 m² must be fitted with emergency lighting. Both documents base that requirement on the need to evacuate the building and ensure safety and protection equipment visibility in the event of an outage affecting the normal lighting system; the differences in detail between the two are hardly worth mentioning.

Given the above, emergency lighting is not specific to car parks nor does its installation in such buildings differ from that of other uses, even in the case of public car parks as regards their classification as establishments open to the public. Consequently, in view of the stated aim of this article, no detailed description of the design for such systems is felt to be needed.

c) Lighting distribution

As a general rule for establishments open to the public, the R.E.B.T. provides that lighting in areas where people gather must meet certain requirements in terms of number of lines and fixture layout. This provision is applied in public car park design as a matter of routine, irrespective of whether these are

- Realización de una única red interior con sistemas de deslastrado de la carga no prioritaria en los cuadros de maniobra y protección, según el siguiente esquema básico.



Por una mayor simplicidad del esquema anterior, se ha representado un único cuadro con los elementos de deslastrado de red situados en él, aunque podrían estar montados en los cuadros secundarios de que dispusiera la instalación.

Es labor del proyectista establecer cuáles son los servicios prioritarios de seguridad, si bien básicamente serán los alumbrados de emergencia y parte del alumbrado normal, los sistemas de protección contra incendios (central de detección y grupo de presión) sistemas de ventilación y detección de CO, equipos de bombeo de aguas residuales y drenajes, ascensores y cualquier otro elemento o servicio que fijen las reglamentaciones específicas de las diferentes Autoridades competentes en materia de seguridad. Hay que tener en cuenta que aquellos equipos que incorporen baterías de acumulación de energía eléctrica que les confieran la autonomía necesaria, tales como los aparatos de alumbrado de emergencia, no es estrictamente necesario que se conecten al suministro de reserva, pues dichas baterías son en sí mismas la fuente de suministro complementario. No obstante, debe analizarse la conveniencia de que queden conectados al mismo por mayor seguridad, y para evitar situaciones que en ocasiones se presentan como que al fallar el suministro normal los aparatos de alumbrado de emergencia entran en servicio a la vez que todavía está en funcionamiento parte del alumbrado normal que pudiera estar conectado al suministro de reserva (lo inverso tampoco sería correcto).

b) Alumbrado de emergencia

En cumplimiento de las prescripciones de la ITC-BT-28 del R.E.B.T., todos los aparcamientos públicos deben disponer de alumbrado de emergencia. Asimismo, y como consecuencia de la aplicación del CTE, y más concretamente del DB SU 4, *Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada*, cualquier aparcamiento, público o privado, cerrado o cubierto, con una superficie construida superior a 100 m² debe incorporar igualmente dicho alumbrado de emergencia. Ambos documentos plantean su necesidad desde el punto de vista de que, ante un fallo del alumbrado normal, la iluminación proporcionada por el de emergencia permita evacuar el edificio y la visión de equipos de seguridad y protección, con algunos matices distintos entre ellos que no merece la pena comentar.

Por lo indicado, la instalación de alumbrado de emergencia no es específica de los aparcamientos ni su implantación en este tipo de edificaciones plantea diferencias respecto a otros usos, ni tan siquiera en los públicos por su carácter de pública concurrencia. En consecuencia, teniendo en cuenta el objeto de este documento, no se ha considerado necesario entrar en analizar los detalles de diseño de esta instalación.

c) Distribución del alumbrado

Con carácter general para los locales de pública concurrencia, el R.E.B.T. establece que las instalaciones de alumbrado de dependencias donde se reúna público deben cumplir ciertos requisitos en cuanto al número de líneas y su disposición en relación con las lámparas. Es práctica habitual en los proyectos que esta

premises where the public gathers, which, strictly speaking, they are not.

For the foregoing, two such requirements should be mentioned here: first, circuits must be laid out in such a way that a current outage in any one must not impact more than one third of all lights; and second, all circuits must be protected at the source against overvoltage, short circuits and indirect contacts (where the facility is designed for such protection). As a result, at least three circuits must be fitted with thermal magnetic and RCD protection at the source.

d) Wiring

Generally speaking, standard UNE 21123 (or 211002) provides that inflammable, low smoke emission, low opacity wires must be used in public car parks.

Moreover, when wires form a part of non-autonomous safety service lines or circuits or of circuits fed by centralized autonomous sources of supply, they must remain operational before and after a fire and be (Spanish/European standard) UNE-EN 50200-compliant. This applies to all lines and circuits that power equipment such as the fire booster set, smoke extraction fans or evacuation stairway extraction systems from a stand-by source of electricity. This requirement is not applicable to facilities such as fire detection panel boards in which batteries for autonomous operation are mandatory.

3.3. LIGHTING

It might be thought that, as in other cases discussed above, lighting facilities are not subject to differential design requirements worthy of mention in this review. And this is largely true, although since the Technical Building Code has only recently been enacted and in view of certain specific characteristics typical of car parks, a few of these issues are discussed briefly below.

a) Lighting level

Prior to publication of the Technical Building Code, there were no specific references in nationwide legislation applicable to the lighting levels required in car parks. And while requirements were laid down in the municipal ordinances of several large cities, they varied fairly widely. As discussed below, the new Technical Building Code partially closes this gap, which has on occasion given rise to discrepancies about the solutions to be adopted.

In this regard, aforementioned DB SU4, *Prevention of hazards due to insufficient lighting* provides that in indoor areas intended for mixed (vehicle and pedestrian) traffic, the minimum illuminance must be 50 lux, with a mean uniformity of at least 40% (0.4).

The term used in the Technical Building Code in establishing this restriction is confusing, for “minimum illuminance” instead of the more common “mean illuminance” could be understood to refer to the minimum level at any given point in the car park. Nonetheless, since lighting levels are usually defined in terms of their mean value, the more likely interpretation of this provision is that the mean illuminance must be no lower than 50 lux in areas intended for traffic.

In any event, the Technical Building Code requirement appears to refer to traffic areas only, and not to areas occupied by parking bays, and makes no mention of whether access ramps should be subject to the same or stricter lighting level requirements.

Moreover, standard UNE 12464 cited in DB HE 3 on *Energy efficient lighting* (whether or not this text is statutory is unclear) also contains a few provisions on car parks which are more explicit than in the preceding case, but applicable to public establishments only. According to this document, illuminance in parking areas, traffic lanes and access and exit ramps (at night) must be 75 lux at floor level. During the day ramp levels must be 300 lux to establish an outdoor-indoor transition zone and avoid abrupt changes in illuminance. This UNE standard establishes a general uniformity requirement of no less than 0.7.

indicación se aplique a todos los aparcamientos públicos, sin entrar en la consideración de si son locales donde se reúna público, pues estrictamente no lo son.

Por este motivo se ha entendido que es interesante recoger tal exigencia, que establece que la distribución de circuitos se realice de forma que el corte de corriente en cualquiera de ellos no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas, de forma que cada uno de los circuitos esté protegido en su origen contra sobrecargas, cortocircuitos y contactos indirectos (esto último siempre que la instalación esté planteada con este tipo de protección). Ello obliga a que existan, al menos, tres circuitos con protecciones magnetotérmica y diferencial independientes en su origen.

d) Cableado

En los aparcamientos públicos los cables utilizados deben ser, con carácter general, no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, según las normas UNE 21123 ó 211002.

Por otro lado, cuando los cables forman parte de líneas o circuitos de servicios de seguridad no autónomos o con fuentes autónomas centralizadas deben mantener el servicio durante y después de un incendio, siendo conformes a la norma UNE-EN 50200. Esto afecta a todas las líneas y circuitos que desde la fuente de suministro de reserva dan servicio a equipos como el grupo de presión de incendios y los ventiladores de extracción de humos o de ventilación de las escaleras de evacuación. No sería de aplicación este requisito a equipos como las centrales de detección de incendios en tanto deben disponer de baterías para su funcionamiento autónomo, como es preceptivo.

3.3. INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

Puede pensarse que, como en otros casos mencionados, las instalaciones de iluminación no presentan aspectos diferenciadores en cuanto a su planteamiento que merezcan ser recogidos en este documento. En gran parte esto es cierto, si bien por la novedad que supone a estos efectos la entrada en vigor del CTE y teniendo en cuenta algunas características específicas de los aparcamientos he creído interesante destacar de forma breve algunos temas en relación con estas instalaciones.

a) Niveles de iluminación

Antes de la publicación del CTE no existían referencias concretas en la normativa o reglamentación de ámbito nacional aplicable que establecieran los niveles de iluminación que deben conseguirse en los aparcamientos. Algunas ordenanzas de ayuntamientos de grandes poblaciones establecían ciertos requisitos, aunque con criterios dispares. El CTE cubre, aunque sólo en parte como veremos a continuación, esta laguna que daba lugar en ocasiones a discusiones sobre las soluciones a adoptar.

En este sentido, el DB SU4 sobre *Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada*, ya citado con antelación, establece que en zonas de circulación interiores para vehículos o mixtas (personas y vehículos) la instalación de alumbrado debe proporcionar una iluminancia mínima de 50 lux, con un factor de uniformidad media del 40% (0,4) como mínimo.

Resulta confuso el término utilizado por el CTE al establecer esta limitación, pues "iluminancia mínima", en contraposición al término "iluminancia media" habitualmente utilizado, podría entenderse como una indicación al nivel puntual que debe existir como mínimo en cualquier zona del aparcamiento. No obstante, y dado que normalmente los niveles de iluminación se limitan por su valor medio, quiero entender que se refiere a que en ninguna zona de circulación el valor mínimo de la iluminancia media debe ser 50 lux.

En cualquier caso es necesario añadir que el requisito que se establece en el CTE parece referirse únicamente a zonas de circulación y no a las zonas de plazas de aparcamiento, no distinguiendo si en las rampas de acceso es suficiente el mismo nivel de iluminación o debe ser superior (en periodos diurnos).

Por otra parte, la norma UNE 12464 citada en el DB HE 3 sobre *Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación* (no está claro si su cumplimiento es obligatorio) recoge también algunas indicaciones relativas a aparcamientos, más explícitas que en la referencia anterior, pero tan solo para los públicos. Se establece que tanto en áreas de aparcamiento como en calles de circulación y en rampas de acceso o salida (en período nocturno) la iluminancia mantenida a nivel del suelo debe ser de 75 lux. En estas últimas la iluminancia debe ser de 300 lux es período diurno, con el objeto de establecer una zona de transición y evitar cambios repentinos en iluminancia entre el exterior y el interior. En dicha norma UNE las uniformidades se limitan de forma genérica a un valor no inferior a 0,7.

The foregoing summary reveals discrepancies between the Technical Building Code and the references cited in it with regard to the car park lighting levels to be considered in the M&E design. The question is complicated further by the tables contained in standard UNE 12464 on lighting requirements, from which the above values for public car parks were drawn. Under a heading titled "traffic areas", these tables list a floor level illuminance value for traffic areas and corridors of 100 lux (150 lux where vehicle traffic is involved), which may be understood to be applicable to car parks.

In view of these disparities, this author referred to the IES (Illuminating Engineering Society of North America) Manual, which recommends 54 lux for general parking and pedestrian traffic areas, a value quite close to the number laid down in the Technical Building Code. The uniformity required is much less restrictive however, at 0.25.

b) Energy efficiency

The aforementioned DB HE 3 establishes a series of additional requirements to be borne in mind with respect to lighting, relating less to design than to the electric power involved. More specifically, the provisions address the following:

b.1) Energy Efficiency Value of the Facility (Spanish acronym, VEEI)

The Technical Building Code limits the maximum demand required to achieve the lighting level established by the designer by setting VEEI ceiling values, expressed as:

$$VEEI = \frac{P.100}{S.E_m}$$

where:

P: Total installed capacity for fixtures + ancillary devices (W)

S: Area illuminated (m²)

Em: mean sustained illuminance (lux)

For car parks the VEEI is limited to five, with no further consideration given to the values applicable to other activities. This requirement is not difficult to meet with the material available on the market, although designs should be duly substantiated by including illuminating engineering calculations and related parameters.

b.2) Harnessing natural light

This Technical Building Code requirement is not readily applied to car parks, with the exception of above grade structures. Where applicable, an analysis should be conducted to determine whether the necessary conditions are met for requiring a system able to regulate lighting levels depending on the amount of natural light available. This would be applicable to the first row of luminaires located at less than 3 m from openings in direct contact with exteriors or under skylights. In any case this requirement, as applicable, does not necessarily mean fitting the luminaires in question with electronic ballasts, for the Technical Building Code specifies that this objective may be achieved with all/nothing regulation.

b.3) Power on/off systems

In addition to general requirements calling for manual power on/off controls in all areas of buildings, in sporadically used areas such as residential and office car parks, this operation must also be controlled via presence detectors or timers. This solution was being deployed before the Technical Building Code came into effect, for it simply makes good sense. Nonetheless, unless timed switches or presence detectors are densely distributed, such car parks should also be fitted with a minimum amount of permanent lighting to enable pedestrians to move about safely when

Vemos que la aplicación directa del CTE o de las referencias en él recogidas lleva a establecer criterios dispares en cuanto al nivel de iluminación a considerar en los aparcamientos para su diseño. El asunto se complica si nos fijamos que en las tablas de la norma UNE 12464 que recogen los requisitos de iluminación de donde se han obtenido los valores antes indicados para aparcamientos públicos existe un epígrafe denominado "zonas de tráfico" en el que se establece una iluminancia mantenida al nivel del suelo para zonas de circulación y pasillos de 100 lux (150 lux si hay vehículos en el recorrido), lo que entiendo que puede aplicarse a los aparcamientos.

Ante esta disparidad de criterios he optado por consultar los Manuales de Iluminación de la IES (Illuminating Engineering Society of North America), que recomiendan para zonas generales de aparcamiento y de circulación de personas una iluminancia de 54 lux, valor bastante próximo al establecido de forma directa por el CTE, aunque con un factor de uniformidad de 0,25, mucho menos restrictivo que cualquiera de los señalados anteriormente.

b) Eficiencia energética

El DB HE 3 ya citado anteriormente establece una serie de requisitos adicionales a tener en cuenta en las instalaciones de alumbrado, no tanto en relación con el diseño de la iluminación como en lo que se refiere a la parte eléctrica de las mismas. En concreto sus indicaciones afectan a los siguientes aspectos:

b.1) Valor de la Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI)

El CTE establece una limitación en cuanto al consumo máximo de potencia para obtener el nivel de iluminación que el proyectista haya establecido, fijando valores máximos para el VEEI, cuya expresión es:

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m}$$

donde:

P: Potencia total instalada en lámparas + equipos auxiliares (W)

S: Superficie iluminada (m²)

Em: Iluminancia media mantenida (lux)

Para los aparcamientos el VEEI está limitado en todo caso a 5, sin mayores disquisiciones que son aplicables a otras actividades. Esta exigencia no es difícil de cumplir con los equipos existentes en el mercado, si bien los proyectos deben incorporar las justificaciones oportunas, que incluyan los cálculos lumínicos y otros parámetros de la iluminación.

b.2) Aprovechamiento de la luz natural

No es fácil que en un aparcamiento, salvo que sea en altura, sea aplicable esta exigencia del CTE. En su caso debería analizarse si se dan los requisitos necesarios para que sea obligatoria la instalación de un sistema que sea capaz de regular el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural, lo que sería aplicable a la primera línea de luminarias situada a una distancia inferior a 3 m de los huecos exteriores o bajo lucernarios. Hay que aclarar que este requisito, de ser necesario aplicarlo, no implica obligatoriamente dotar a las luminarias afectadas de reactivancias electrónicas, pues el CTE indica que puede materializarse mediante una regulación todo/nada.

b.3) Sistemas de encendido y apagado

Además de los requisitos generales que establecen la necesidad de que toda zona tiene que disponer de un sistema de encendido y apagado manual, quiero incidir en que para zonas de uso esporádico, como sin duda son los aparcamientos de viviendas y oficinas, dicha operación tendrá que realizarse mediante detectores de presencia o pulsadores con temporización. Esta solución ya se venía poniendo en práctica antes de la entrada en vigor del CTE, pues es de sentido común, si bien quiero indicar que salvo que la distribución de pulsadores o detectores de presencia sea muy "abundante", en mi opinión sería necesario dotar al aparcamiento de un alumbrado permanente, aunque sea mínimo, para permitir a las personas moverse sin riesgo cuando se apagan las luces de forma inesperada, lo cual era contemplado por la derogada NBE CPI 96.

the lights suddenly go off. Such a provision was included in code NBE CPI 96, since repealed.

b.4) Maintenance

According to the Technical Building Code, the designer must draft a lighting maintenance scheme, establishing the intervals at which light bulbs should be replaced and the luminaries and illuminated area cleaned; according to a new provision the design must also specify the operations to be conducted to verify due performance of the respective regulation and control systems.

3.4. DRAINAGE

Drainage in car parks is not materially different from collection in any other type of building, except that:

- Grease traps should be installed to prevent possible oil or hydrocarbon spillage from flowing into the external collection system.
- Waste water in underground car parks may have to be pumped, for the collection system is likely to be at a lower elevation than the external drainage system.

In light of these factors and others of secondary importance, along with the provisions of the Technical Building Code (DB HS 5 *Water evacuation*) which, as noted earlier, provides the first set of statutory regulations applicable nationwide to building drainage, the following aspects should be borne in mind in collection system design.

- i) The waste to be collected by these systems includes:
- Rainwater from entrance and exit ramps.
 - Water from hosing.
 - Water from hose reel leaks or accidental spills.
 - Water from faucets installed in (primarily private) car parks.
 - Waste water from toilets that may be installed in car parks.
 - Water from drainage systems.

Waste water from structures built over car parks is not discussed here, for standard and recommended practice, endorsed by the Technical Building Code, is to carry such water directly to the external drainage system to rule out the need for pumping.

- ii) Inasmuch as some of the water collected by these systems may carry oil or hydrocarbons, the Technical Building Code specifies that they must be fitted with grease traps, which should preferably be specifically designed for hydrocarbons. Foul water from toilets and drainage should not flow across the grease trap, however, but be carried directly to the external collection system or, in underground car parks, to the pump well. Moreover, the grease trap should be positioned upstream of the pump well, if any.
- iii) The collection system should also be fitted with a sand trap, particularly if it collects drainage water.
- iv) The pumping station (if any) must be equipped with at least two units, one redundant, to guarantee continuous service. The Technical Building Code lays down certain electric power supply requirements in this regard, although it defines different criteria in two separate paragraphs. Item 3.3.2.1, paragraph 2 of DB HS 5 reads:

"If the building has a stand-by generator, pumps should be connected to it; otherwise they must be connected to a separate generator set or appropriate battery ensuring autonomous operation for at least 24".

b.4) Mantenimiento

Según establece el CTE, el proyectista está obligado a redactar un plan de mantenimiento de la instalación de iluminación que establezca con qué frecuencia deben sustituirse las lámparas y cómo y con qué periodicidad deben limpiarse las luminarias y la zona iluminada, así como las operaciones a realizar para verificar el correcto comportamiento los sistemas de regulación y control de esta instalación, lo que es novedoso.

3.4. INSTALACIONES DE SANEAMIENTO

Las instalaciones de saneamiento de los aparcamientos no presentan grandes particularidades que las diferencien de las de cualquier otro tipo de edificación salvo lo siguiente:

- Puede producirse el derrame de aceites o hidrocarburos cuyo paso a la red exterior debe impedirse mediante los adecuados separadores.
- Cuando los aparcamientos son subterráneos es muy posible que las redes de recogida de agua se encuentren a mayor profundidad que la red exterior, lo que requeriría un bombeo.

Teniendo en cuenta dichos factores, y otros de orden secundario, así como las indicaciones del CTE (DB HS 5 *Evacuación de aguas*), que como ya se ha indicado es la primera norma de ámbito nacional de aplicación obligatoria para las instalaciones de saneamiento de las edificaciones, hay que destacar los siguientes aspectos a tener en cuenta en el proyecto de las mismas.

i) Los vertidos a recoger por estas redes son los siguientes:

- Agua de lluvia que puede entrar por las rampas de acceso y salida.
- Agua procedente de baldeos.
- Agua procedente de fugas o vertidos accidentales de las bocas de incendio.
- Agua procedente de grifos que ocasionalmente pudieran instalarse en los aparcamientos, fundamentalmente los privados.
- Aguas residuales procedentes de aseos que también de forma ocasional puedan existir en los aparcamientos.
- Aguas procedentes de redes de drenaje.

No se han considerado las aguas residuales que pudieran proceder de edificaciones construidas sobre los aparcamientos, pues lo habitual y recomendable es conducirlos directamente al exterior para evitar tener que bombearlos. El CTE se pronuncia en este sentido.

- ii) Dado que una parte de las aguas que recogen estas redes pueden arrastrar aceites e hidrocarburos, es necesario dotar a estas redes de un separador de grasas como establece el CTE, y mejor si dicho separador es de hidrocarburos. Hay que tener en cuenta que las aguas procedentes de los aseos y drenajes no deben pasar por el separador de grasas, sino que deben ser conducidas directamente a la red exterior o al pozo de bombeo si el aparcamiento es subterráneo. Además, el separador de grasas debe estar situado aguas arriba del pozo de bombeo cuando éste exista.
- iii) Es conveniente que la red de saneamiento disponga de un desarenador, particularmente si recoge aguas procedentes del drenaje.
- iv) El sistema de bombeo (si existe) debe disponer de al menos dos equipos, uno de ellos de reserva, con el objeto de tener mayores garantías sobre la continuidad del servicio del mismo. En relación con esto el CTE establece ciertos requisitos que afectan al suministro eléctrico, aunque establece en dos párrafos diferentes criterios distintos, pues en el punto 2 del apartado 3.3.2.1 del DB HS 5 indica lo siguiente:

"Si existe grupo electrógeno en el edificio, las bombas deben conectarse a él, o en caso contrario debe disponerse uno para uso exclusivo o una batería adecuada, para una autonomía de funcionamiento de al menos 24".

Paragraph 7 of this same item reads:

“When service continuity requires (to prevent flooding, for instance, untreated sewage spills or evacuation system inoperability), a supplementary autonomous power supply must be provided.”

Note that whereas the latter provision calls for an analysis of whether or not a guaranteed power supply is necessary, the former mandates such a facility regardless of the prevailing conditions, a stipulation that this author finds overly strict.

- v) One relatively common pathology found in car parks is waste water reflux from drainage systems and concomitant flooding when there is no pump well because the difference in elevation between the internal and the external collection systems allows for the use of gravity evacuation. To prevent such situations, the Technical Building Code stipulates that check valves must be installed in this type of direct connections.

Similar problems may arise in systems with pump wells in the event, for instance, of obstruction of the collectors that receive the discharge if they also carry waste water from structures existing above the car park. The Technical Building Code specifies that this must be prevented by installing a reflux valve in the discharge pipe.

In spite of that, it is necessary to study each project in order to analyze the opportunity of installing that kind of valves, because they prevent waste water reflux but then they also could obstruct the waste water flow towards the external collection system and flooding could occur.

3.5. VENTILATION

Of the M&E services specific to car parks, this is the most complex to design due to the diversity of legal requirements involved and the vast amount of space occupied by air ducts and fans. This is detrimental to the very purpose of these premises (vehicle traffic) and may interfere as well with other building services, in particular the overhead plumbing that collects waste water from structures built over car parks. Moreover, the engineering for this service entails the greatest complexity, in the context of the general simplicity of car park M&E.

The legislation to be borne in mind for car park ventilation, cited in an earlier section of this Review, includes:

- a) Technical Building Code DB HS 3 on Indoor air quality

For reasons of human health, DB HS 3 provides that car parks must be ventilated, either naturally or mechanically. The former would call for mixed openings (apt for air flowing in or out of the building) on two opposite facades, evenly distributed so that the obstacle-free distance between any point in the car park and the nearest opening is no more than 25 m. In any event, if the distance between the two closest opposite openings is over 30 m, a third penetration must be opened midway between the two. Car parks having less than five storeys are the object of a special consideration not worth mentioning here.

Where mechanical ventilation is the option chosen, the first, and sensible, new development set out in the Technical Building Code, absent from all prior legislation, is that in addition to extraction, the system must ensure a supply – mechanical or otherwise – of fresh air. Since the aim is to prevent gas from accumulating in pockets, the relative position of the inflow and outflow openings must meet a number of requisites.

Another new requirement in the Technical Building Code is that it determines the minimum number of extraction duct networks, each with their respective fan, on the basis of the number of parking bays; this was formerly left to the discretion of the designer, whose decision, based on the openings and space available, was conditioned by attempts to avoid the need for large ducts that might lower car park clear height or exceed the maximum ratio lawfully allowed between duct cross-section width and height (4:1).

In any event, and for the purposes of comparison to other criteria discussed below, the minimum flow stipulated in the Technical Building Code to ensure acceptable indoor air quality, which naturally

En el mismo apartado pero en el punto 7 indica esto otro:

“Cuando la continuidad del servicio lo haga necesario (para evitar, por ejemplo, inundaciones, contaminación por vertidos no depurados o imposibilidad de uso de la red de evacuación), debe disponerse un sistema de suministro eléctrico autónomo complementario”.

Puede apreciarse que mientras lo indicado en segundo lugar establece la necesidad de analizar si es o no necesario garantizar la continuidad del suministro eléctrico, lo señalado previamente lo exige sin ninguna otra condición, lo que en mi opinión resulta un exceso.

- v) Es una patología relativamente frecuente en aparcamientos el reflujo de aguas residuales procedentes de las redes de alcantarillado hacia los aparcamientos cuando éstos evacuan directamente sin pozo de bombeo si la diferencia de cota con la red exterior lo permite, con la consiguiente inundación. Para evitar dicha situación, el CTE establece la necesidad de que en este tipo de conexiones directas se instalen válvulas antirretorno.

Algo similar puede ocurrir en los sistemas con pozo de bombeo si, por ejemplo, se produce un atasco en los colectores superiores en los que se produzca la descarga, que conducen también aguas residuales procedentes de vertidos de edificaciones superiores. A estos efectos, el CTE señala que en el tramo de impulsión debe instalarse un dispositivo antirreflujo.

En cualquier caso, debo añadir que es necesario analizar en cada caso la oportunidad de instalar dichos dispositivos antirretorno, pues a la vez que se evita el reflujo de agua hacia el interior de nuestra instalación se esta realizando un tapón que evita la salida de las aguas que recoge nuestra red. Si esta recoge también aguas pluviales, al no poder evacuarse al exterior, acabarían inundando nuestro edificio.

3.5. INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN

Esta es la instalación más compleja de diseñar dentro de las específicas de los aparcamientos por los diversos requisitos reglamentarios que concurren sobre ella y por los grandes espacios que ocupan las redes de conductos de aire y los ventiladores, entrando en conflicto con el propio uso de estos locales (circulación de vehículos) y con otras instalaciones, en particular con las redes horizontales de saneamiento colgado que recogen aguas residuales procedentes de edificaciones situadas sobre los aparcamientos. Además, los cálculos a realizar son quizás los más complicados, dentro de la sencillez general que en este sentido presentan las instalaciones de los aparcamientos.

La distinta normativa a tener en cuenta que es aplicable a las instalaciones de ventilación de los aparcamientos, y que ya ha sido citada con anterioridad en este Documento, es la siguiente:

a) DB HS 3 del CTE sobre *Calidad del aire interior*

Por las condiciones de salubridad, el DB HS 3 establece que los aparcamientos deben disponer de un sistema de ventilación, bien sea natural o mecánica. Para la primera opción tendría que haber aberturas mixtas (las que pueden funcionar como admisión o como extracción) en dos zonas opuestas de la fachada, repartidas uniformemente de manera que el recorrido libre de obstáculos entre cualquier punto del aparcamiento y la abertura más próxima no sea superior a 25 m. En cualquier caso, si entre las aberturas opuestas más próximas existe una distancia superior a 30 m, deberá disponerse otra equidistante de ambas. Existe una consideración especial para aparcamientos con menor de 5 plantas que no merece la pena comentar.

Si se opta por ventilación mecánica, lo primero y novedoso, y por otro lado lógico, que establece el CTE es que además del sistema de extracción debe existir otro de admisión de aire, que puede o no ser mecánico, que hasta ahora se obviaba. Se persigue que no se produzcan zonas en las que pueda estancarse el gas, por lo que la posición relativa de las aberturas de admisión y extracción debe reunir unas condiciones determinadas.

Otra exigencia novedosa del CTE es establecer un número mínimo de redes de conductos de extracción, con su correspondiente aspirador mecánico, en función del número de plazas del aparcamiento, lo que hasta ahora era aplicado con el criterio propio del proyectista en función de los huecos y espacios disponibles y con el objeto de evitar grandes conductos que pudieran interferir en el galibo del aparcamiento o que sobrepasaran las proporciones máximas reglamentarias entre los lados de una sección transversal (4:1).

En cualquier caso, y con el objeto de compararlo con otros criterios que se comentan más adelante, hay que destacar que para el dimensionado de los sistemas de ventilación de los aparcamientos por condicionantes de mantener una calidad de aire interior aceptable, el CTE establece un caudal mínimo de 120 l/s por cada plaza

impacts car park ventilation system sizing, is 120 l/s per parking bay.

Moreover, for car parks accommodating more than five vehicles, the Code calls for a carbon monoxide detection system that automatically trips mechanical fans when gas concentration exceeds the maximum allowable levels (50 ppm or 100 ppm depending on whether employees are involved). This is also a new development, for in the past CO detection was locally regulated (municipal ordinances) and therefore not required in many towns and cities. Since the Technical Building Code does not go into detail about how the carbon monoxide detection system should be designed, however, the following guidelines have been extracted from standard UNE 100166 on car park ventilation and standards UNE 23300 and UNE 23301 on devices for detecting and measuring CO concentration. The first of the above-mentioned standards specifies that there must be one detector per 200 m² or fraction of net car park area. Such detectors must not be installed more than 2 m off the floor, which means that they must be positioned on walls or columns.

In addition to the foregoing, the Technical Building Code lays down a series of requirements relating to design, sizing and installation of ventilation openings and ducts that must be borne in mind when drafting service designs. They are, however, too lengthy to be addressed in the present article.

b) Technical Building Code DB SI 3. *Evacuation in the event of fire*

As noted in the Review of fire protection facilities in buildings, non-open car parks must be fitted with a smoke control system, which must be designed to standards UNE 23585 and EN 12101-6. Nonetheless, the mechanical ventilation system described above to guarantee indoor air quality may be used for this purpose if the following requirements are also met:

- It must of course be automatically tripped in the event of fire.
- Any extraction openings at or near floor level must be fitted with E600 90 type dampers.
- Only F400 90 type fans may be used.
- E₆₀₀ 90 air ducts must be used where a single fire compartment is involved, while EI 90 ducts are required to cross fire division walls.

In short, the design requirements for the ventilation system are not altered by the fact that it must also provide adequate smoke control. And, unless the designer chooses to substantiate the system by complying with the above Spanish and European standards, which entails a certain amount of complexity, the simplest solution is to rule out natural ventilation in favour of mechanical ventilation for both smoke control and air quality functions.

It has to be noted that the previously mentioned future modifications on the Technical Building Code will remove the reference to the ventilation rate of 120 l/s, so it will to be fixed by the designer.

c) ITC BT 29 on *Premises at risk of fire or explosion*

As noted in the section on car park electricity, one way to avoid extra complexity and cost is to fit such premises with ventilation systems able to reduce the area of hazardous zones to such a negligible value that the building or facility can be regarded to be safe. This involves designing the ventilation system, which may be natural or mechanical, to standard UNE 60079-10.

Given the different types of fire or explosion risk-related leaks or spills to which car parks are subject, as well as the legal provisions in effect, the ventilation rate of 120 l/s per parking bay specified in the preceding sections (equivalent to 4 l/s per square metre, assuming that each parking bay, plus the respective portion of traffic lanes, accounts for 30 m², the mean value specified in standard UNE 100166) more than suffices to consider the space located 1.5 m or more off the pavement as a safe zone. The results obtained if natural ventilation were to be used are omitted here, in the understanding that for all the foregoing, such systems are scarcely applicable.

de aparcamiento.

Por otra parte, si el aparcamiento tiene capacidad para más de 5 plazas, es preceptivo un sistema de detección de monóxido de carbono que ponga en marcha de forma automática los aspiradores mecánicos cuando se superen unas concentraciones máximas de dicho gas (50 ppm ó 100 ppm en función de que existan o no empleados, respectivamente). Esto es también novedoso, pues hasta ahora quedaba regulado por reglamentos de ámbito local (ordenanzas de ayuntamientos), por lo que en muchas poblaciones no era exigible. No obstante, el CTE no entra en consideraciones de cómo debe diseñarse el sistema de detección de monóxido de carbono, para lo cual me remito a la norma UNE 100166 sobre ventilación de aparcamientos y las UNE 23300 y UNE 23301 sobre equipos de detección y medida de la concentración de dicho gas. Entre otras cosas, quiero destacar que la primera de las normas UNE citadas establece que debe preverse un detector por cada 200 m² de superficie neta de aparcamiento o fracción. Dichos detectores no deben instalarse a más de 2 m sobre el nivel del suelo, lo cual obliga a fijarlos sobre los paramentos verticales o los pilares.

El CTE recoge además de los aspectos ya comentados una serie de exigencias relativas a consideraciones particulares sobre las aberturas de ventilación y los conductos, tanto de diseño y dimensionado como de ejecución, que deben ser tenidas en cuenta en la redacción de los proyectos de instalaciones, y que por su extensión no es posible trasladar a este Documento.

b) DB SI 3 del CTE sobre Evacuación en caso de incendio

Como ya se ha comentado al tratar en este Documento las instalaciones de protección contra incendios en los edificios, tiene que existir un sistema control de humos en los aparcamientos que no tengan la consideración de abiertos, que debe diseñarse según las normas UNE 23585 y EN 12101-6, aunque puede utilizarse a estos efectos el sistema de ventilación descrito previamente para garantizar la calidad del aire interior, siempre que se opte por la solución de extracción mecánica y además se cumplan las siguientes condiciones:

- Se debe activar automáticamente en caso de incendio, como es lógico.
- Si existen aberturas de extracción cercanas al suelo tienen que cerrarse mediante compuertas E₆₀₀ 90.
- Los ventiladores deben tener una clasificación F400 90.
- Los conductos de aire deben tener una clasificación E600 90 si discurren por un único sector de incendio o EI 90 si atraviesan elementos separadores de sectores.

En definitiva, los condicionantes de diseño de la instalación de ventilación como consecuencia de que sea también válida a los efectos de control del humo no se alteran. Además, salvo que el proyectista quiera justificar el sistema mediante el cumplimiento de las citadas normas UNE y EN, lo que conlleva cierta complejidad, lo más sencillo es no considerar el sistema de ventilación natural en los aparcamientos y dotarlos de ventilación mecánica que cumpla las dos funciones de control de humo y calidad del aire.

Debo añadir, no obstante, que en el proyecto de Real Decreto para la aprobación del Documento Básico sobre ruido citado al comienzo de este Documento se ha eliminado en el párrafo que hacía referencia a esto la indicación de que el sistema debe extraer un caudal de aire de 120 l/s por plaza de aparcamiento, entendiéndose que el nivel de ventilación debe por tanto fijarlo y justificarlo el proyectista.

c) ITC BT 29 sobre Locales con riesgo de incendio o explosión

Como ya he comentado al tratar las instalaciones de electricidad en los aparcamientos, una vía para evitar complicarlas y encarecerlas es dotar a estos locales de una ventilación adecuada que permita reducir la extensión de las zonas de emplazamientos peligrosos, incluso hasta considerarlos como no peligrosos. Para ello, el diseño del sistema de ventilación deberá realizarse conforme a la norma UNE 60079-10, pudiendo ser natural o forzada.

Considerando los distintos tipos de escapes o vertidos con riesgo de incendio o explosión que pueden producirse en los aparcamientos y las diferentes indicaciones reglamentarias se demuestra que el nivel de ventilación de 120 l/s por plaza de aparcamiento indicado en los puntos anteriores, equivalente a 4 l/s por metro cuadrado de superficie suponiendo que cada plaza ocupa con repercusión de pasillos de circulación 30 m² (valor medio indicado en la norma UNE 100166), es más que suficiente para considerar con holgura como zona no peligrosa el volumen situado a más de 1,5 m sobre el nivel del pavimento. No entro en consideraciones sobre los resultados que se obtendrían si la ventilación fuera natural por entender que, por lo hasta ahora indicado, es de escasa aplicación.

Standard UNE 60079-10 further provides, however, that safe status depends not only on air flow, but also on ventilation availability, which must be good or very good. Under the least stringent requirement, this means that interruptions in operation are allowed providing they are infrequent and brief. It is up to the designer to determine how to comply with this provision, although in this author's opinion, carbon monoxide detection systems do not guarantee conformity. A good alternative might be the use of timers. The standard also stipulates that equipment reliability (understood to include the power supply) and the existence of stand-by ventilation units must be taken into account when evaluating overall system availability.

d) Standard UNE 100166: HVAC. Car park ventilation

This standard, which explicitly states that it is applicable to public car parks, establishes criteria for the design and engineering of mechanical ventilation systems in underground car parks and natural ventilation in above grade buildings. Nonetheless, it is valid as well for private car parks, for the conditions defining when a ventilation system is required are stricter for public establishments.

This UNE standard correctly takes it for granted that the ventilation required to dilute carbon monoxide to levels that are safe for human beings suffices to satisfactorily control all other pollutants or hazardous substances that may be present in car parks (unburnt particles or oil and hydrocarbon vapours). It thus establishes a minimum rate of 5 l/s per square metre, specifying that the entrance/exit ramps may require higher rates at rush hour. The above value was calculated assuming an area of 30 m² per parking bay, which translates into 150 l/s per bay, significantly higher than the 120 l/s minimum value laid down in the Technical Building Code.

It should be added here, however, that the ventilation rate required under this UNE standard is very close to the strictest value formerly applied and in fact still in effect in some towns and cities where it is written into the municipal ordinances. This criterion calls for seven air changes per hour, which is equivalent to 4.9 l/s per square metre, assuming a clear height of 2.5 m.

Moreover, the UNE standard includes a series of provisions relating to ventilation design that do not wholly concur with the criteria set out in the Technical Building Code. In any event, the standard is not statutory.

The Table below summarizes the criteria on the air flow required by the various applicable regulations.

Reference	AIR FLOW (l/s)	
	Per parking bay	Per square metre of area
DB HS 3	120	-
DB SI 3	120	-
ITC BT 29	(1)	-
UNE 100166	150 ⁽²⁾	5.0
Strictest criteria prior to the Technical Building Code	147 ⁽²⁾	4.9 ⁽³⁾

Notes

- (1) No explicit requirement is specified, although the ventilation rate stipulated in the Technical Building Code (120 l/s-bay) suffices to obviate the need for any special precautions in connection with electrical facilities located more than 1.5 m off the floor.
- (2) Values equivalent to the rate per unit of area, assuming each parking bay to account for a total of 30 m².
- (3) The result of converting seven air changes/h, assuming a clear height of 2.5 m.

Es necesario añadir que la norma UNE 60079-10 establece para que se pueda dar esa situación no solo hay que tener en cuenta el caudal de aire, sino que debe darse la circunstancia de que la disponibilidad de la ventilación sea buena o muy buena, para lo cual, en el caso menos restrictivo, las interrupciones de su funcionamiento se permiten siempre que se produzcan de forma poco frecuente y por cortos periodos de tiempo. Queda a criterio del proyectista cómo resolver esta indicación, aunque en mi opinión los sistemas de detección de monóxido de carbono no garantizan dicha condición. Debería pensarse entonces en el uso de programadores horarios. Además, la norma señala que al valorar la disponibilidad de la ventilación debe considerarse la fiabilidad del equipo (quiero entender que esto incluye el suministro eléctrico) y la disponibilidad de unidades de ventilación de reserva (por ejemplo).

d) Norma UNE 100166: Climatización. Ventilación de aparcamientos

En primer lugar tengo que señalar que esta norma es aplicable a los aparcamientos públicos, como así se indica expresamente en la misma, y fija criterios para el diseño y cálculo de los sistemas de ventilación de los sistemas de ventilación mecánica de los aparcamientos subterráneos y natural de los situados en superficie. No obstante, entiendo que con carácter general es igualmente válida para aparcamientos de uso privado, pues en cuanto a los condicionantes que hacen necesario un sistema de ventilación son más restrictivos los públicos.

En la mencionada norma UNE se da por sentado que la ventilación requerida para la dilución del monóxido de carbono hasta niveles no peligrosos para las personas es suficiente para controlar satisfactoriamente el resto de sustancias contaminantes o peligrosas que se pueden presentar en los aparcamientos de vehículos (inquemados y vapores de aceites e hidrocarburos), lo que es correcto. De esta forma, llega a establecer un nivel mínimo de 5 l/s por metro cuadrado de superficie de aparcamiento, apuntando que las rampas de salida/acceso pudieran requerir niveles superiores en las horas punta. El valor indicado se ha calculado teniendo en cuenta una superficie por plaza de aparcamiento de 30 m², por lo que sería equivalente a un nivel de 150 l/s por plaza, valor superior al mínimo establecido por el CTE por el mismo concepto, de 120 l/s.

Puedo añadir que, no obstante, el nivel de ventilación necesario al que llega la norma UNE es muy próximo al criterio más restrictivo que se venía aplicando hasta este momento, vigente todavía en algunas poblaciones pues se establece por las ordenanzas municipales, que fija un valor de 7 renovaciones/h del volumen del aparcamiento, equivalente a 4,9 l/s por metro cuadrado de superficie si consideramos una altura libre de estos locales de 2,5 m.

Por otra parte, la norma UNE recoge una serie de indicaciones relativas al diseño de instalaciones de ventilación que no coinciden en parte con los criterios fijados por el CTE. En cualquier caso es necesario añadir que esta norma no es de obligado cumplimiento.

En la siguiente Tabla se recoge un resumen de los distintos criterios establecidos en cuanto al caudal de aire necesario por las diferentes reglamentaciones aplicables, y que han sido comentados previamente:

Referencia	CAUDAL DE AIRE (l/s)	
	Por plaza de aparcamiento	Por metro cuadrado de superficie
DB HS 3	120	-
DB SI 3	120	-
ITC BT 29	(1)	-
UNE 100166	150 ⁽²⁾	5.0
Referencias mas restrictivas previas al CTE	147 ⁽²⁾	4.9 ⁽³⁾

Notas

(1) No se establece de forma directa ningún requisito, aunque para no tener que guardar ninguna precaución especial sobre las instalaciones eléctricas situadas a más de 1,5 m sobre el nivel de suelo es suficiente el nivel de ventilación fijado en el CTE (120 l/s.plaza).

(2) Valores equivalentes al nivel por unidad de superficie, considerando una repercusión total por plaza de aparcamiento de 30 m²

(3) Valor resultante de considerar 7 renovaciones/h con una altura libre de 2,5 m.

Initially, the most stringent criterion in the Table, namely the UNE 100166 requirement, would be the one that would have to be adopted. As mentioned above, however, since this standard is not statutory, the ventilation rate specified is not an enforceable requirement. What is more, the criterion leading to a ventilation rate equivalent to the one set out in the standard is defined in the recently repealed Fire Protection Regulations of the Autonomous Community of Madrid. The ordinances in effect in other towns and cities (as well as in NBE-CPI-96, also repealed) call for six changes per hour. Assuming a clear height of 2.5 m and an area of 30 m² per bay, this is equivalent to 125 l/s per bay, a value very similar to the figure laid down in the Technical Building Code (120 l/s per bay).

Consequently, the recommendation would be to adhere to Technical Building Code provisions when defining the air flow rate needed to ensure that car park ventilation meets the present requirements, except where stricter local regulations are in effect.

4. FINAL COMMENTS

The foregoing discussion seeks to draw attention to the differences between mechanical and electrical facilities in car parks and buildings intended for other uses, as an aid to designers. These differences can be summarized as follows:

- a) In light of the fire hazards existing in car parks, in conjunction with other intrinsic characteristics, account must be taken of certain specific aspects of detection and extinction facilities, primarily in connection with the ventilation systems required to ensure suitable smoke control and therefore the safe evacuation of occupants from these premises in the event of an emergency.
- b) Similarly, in the design of such ventilation systems consideration must also be given to requirements applicable for other reasons (fire and explosion hazards and air changes) to reach a technically and economically optimal solution that simultaneously meets them all.
- c) As noted, since ventilation systems must meet the various requirements deriving from all the applicable regulations, their design must accommodate the most restrictive conditioning factors.

Except in so-called open car parks, the recommended solution is to establish a mechanical ventilation system capable of meeting air change, fire or explosion hazard and smoke extraction needs. In this case, air flow would be the key parameter in dimensioning such facilities, for the necessary openings, duct networks and ventilation equipment depend on that value, all of which involves a number of different provisions. Be it said, nonetheless, that 120 l/s per parking bay, or 6 total air changes/hour, which is approximately equivalent to 30 m² per bay assuming a clear height of 2.5 m, should suffice to meet all the applicable requirements. This no excuse the designer from justify the necessary ventilation rate level to comply with all compulsory requirements.

Ventilation systems must be designed to be automatically tripped by fire and carbon monoxide detectors (one per 200 m²), while a timer to set fans in operation at certain fixed intervals is likewise recommended.

- d) Mechanical ventilation system design and engineering should pay particular attention to the distribution of openings and vents, the space available to install equipment and possible air duct interference with garage use (clear height) and other systems or facilities (overhead plumbing, for instance).
- e) On the assumption that design engineers generally justify the re-classification of garages and car parks, or at least much of their volume, as premises not subject to fire or explosion hazards on the grounds of the ventilation system installed, the sole precaution worth mentioning with respect to electrical facilities is the requirement that calls for positioning all raceways and equipment at least 1.5 m off the floor, although lower heights may be justified. If devices or raceways must necessarily be installed in hazardous areas such as around sewage dewatering pumps, application of the legal requirements set out in the R.E.B.T. (low voltage regulations) is imperative.

Según lo señalado en dicha Tabla, habría que considerar, en principio, el criterio más restrictivo, que de todos ellos es el indicado en la norma UNE 100166. No obstante, como ya he puesto de manifiesto, esta norma no es de obligado cumplimiento, por lo que tampoco se podría exigir el nivel de ventilación indicado. Es más, el criterio que conduce a un nivel de ventilación equivalente al anterior es el fijado por el Reglamento sobre Protección Contra Incendios de la Comunidad Autónoma de Madrid, que recientemente ha sido anulado. En su defecto, es más frecuente en ordenanzas de otras poblaciones (e incluso en la ya derogada NBE-CPI-96) el nivel de 6 renovaciones/hora, que equivale a 125 l/s por plaza si se considera una altura del aparcamiento de 2,5 m y una superficie por plaza de 30 m², el cual es muy similar al establecido en el CTE (120 l/s por plaza).

En consecuencia, recomiendo ceñirse a lo establecido en CTE para fijar los caudales de aire necesarios en los aparcamientos de cara a conseguir una adecuada ventilación que cubra los distintos requisitos presentes, salvo que localmente existan otras regulaciones más exigentes.

4. CONSIDERACIONES FINALES

En los apartados anteriores se ha pretendido dejar constancia de cuáles son los aspectos diferenciadores de las instalaciones mecánicas y eléctricas de los aparcamientos respecto a las de las edificaciones destinadas a otros usos para que el proyectista los tenga en consideración en su diseño. Estas diferencias pueden resumirse en los siguientes puntos:

- a) El riesgo de incendio en los aparcamientos unido a las características intrínsecas de los mismos hace necesario tener en cuenta algunos aspectos concretos de las instalaciones de detección y extinción, pero fundamentalmente en lo que se refiere a los sistemas de ventilación con que tienen que estar dotados para efectuar un adecuado control del humo que permita realizar la evacuación de estos locales con suficientes garantías de seguridad para las personas.
- b) En el diseño de estos sistemas de ventilación deben tenerse en cuenta además los requisitos que por otros motivos (riesgo de incendio y explosión y renovación del aire) son de aplicación, de forma que se llegue a una solución optimizada tanto técnica como económicamente que cubra simultáneamente todos ellos.
- c) Como ya se ha indicado, los sistemas de ventilación deben atender los distintos requisitos derivados de las diferentes reglamentaciones aplicables, por lo que tienen que tenerse en cuenta en su diseño los condicionantes más restrictivos de todas ellas.

Salvo en aparcamientos que tengan la consideración de abiertos, lo más recomendable sería implantar un sistema de ventilación mecánica que cubriera los condicionantes derivados de la necesidad de renovar el aire, del riesgo de incendio o explosión y de evacuación de humos. En este caso, el caudal de aire sería el parámetro más determinante en el dimensionado de estas instalaciones, pues del mismo dependerán los huecos a practicar, las redes de conductos y los equipos de ventilación, existiendo diversas consideraciones reglamentarias al respecto. No obstante, entiendo que considerando 120 l/s por cada plaza de aparcamiento, ó 6 renovaciones/hora del volumen total del garaje que es casi equivalente para 30 m² por plaza y 2,5 m de altura libre, se cumplirían todas las exigencias aplicables, aunque ello no evita que el proyectista tenga que justificarlo

Estos sistemas de ventilación tendrían que estar accionados automáticamente por los detectores de incendio y los de monóxido de carbono (uno cada 200 m²), siendo recomendable además un programador horario que ponga en funcionamiento los ventiladores con cierta periodicidad.

- d) En el diseño y dimensionado de los sistemas de ventilación mecánica debe prestarse especial atención a la distribución de huecos y rejillas, a la disponibilidad de espacios para la ubicación de los equipos y a las interferencias de las redes de conductos de aire con el uso de los aparcamientos (galibo) y con otros sistemas o instalaciones existentes (redes colgadas de saneamiento, por ejemplo).
- e) Partiendo de la base que, con carácter general, los proyectistas justifican la desclasificación de los garajes y aparcamientos como locales con riesgo de incendio y explosión, o al menos una gran parte de su volumen, mediante la incorporación de sistemas de ventilación, no son destacables las precauciones a tener en cuenta en relación con las instalaciones eléctricas salvo la de situar todas las canalizaciones y los equipos por encima de un plano situado a 1,5 m sobre el nivel del suelo, pudiendo incluso justificarse una altura inferior. Si necesariamente hubiera que ubicar algún equipo o canalización en las zonas clasificadas como emplazamientos peligrosos, como por ejemplo grupos de achique de aguas residuales, deberán aplicarse las exigencias reglamentarias contempladas por el R.E.B.T.
- f) Si los aparcamientos fueran de pública concurrencia, quedando fuera de esta consideración los de las viviendas

-
- f) In public car parks, i.e., excluding garages in private housing and office buildings, in particular in premises built for over 100 vehicles, account needs to be taken of the regulatory provisions on electrical systems with respect to a supplementary or reserve power supply, and all that involves in terms of additional complexity in M&E design.
 - g) Car park lighting must be designed to ensure safe vehicle and pedestrian traffic, and premises where use is sporadic must be fitted with timer systems to save energy. Emergency lighting and signing must also be installed and come on automatically in the event of outages, to enable occupants to safely evacuate the premises.
 - h) Given that water collection systems (occasional spills, hosing, rainwater and so on) may also carry oil and hydrocarbons, traps must be installed upstream of the connection to the external drainage system. In underground car parks particular attention should be paid to the elevation, for in most cases the collection system will need to be equipped with pumping facilities. Consequently, all legal requirements must be taken into account in this regard, particularly in connection with guarantees for uninterrupted operation.
 - i) While sight should not be lost of the M&E services specific to car parks and not present in other buildings, such as access barriers, pay booths and vacancy signing, their design should pose little problem to design engineers inasmuch as they constitute closed systems largely developed and defined by the respective suppliers and manufacturers.

y oficinas privadas, hay que tener en cuenta las indicaciones reglamentarias sobre los sistemas eléctricos, siendo destacable la necesidad de prever un suministro complementario de reserva si tuviera una capacidad de más de 100 vehículos y la complejidad añadida que ello supone en cuanto al diseño de la instalación.

- g) En el diseño de las instalaciones de iluminación de los aparcamientos debe tenerse en cuenta que tienen que facilitar la circulación de los vehículos y de las personas, no olvidado que en los de uso esporádico es necesario prever sistemas automáticos para el apagado de las lámparas y de esta forma evitar un innecesario consumo de energía. Adicionalmente, debe existir un alumbrado de emergencia y señalización que entre en funcionamiento cuando falle el anterior y permita a las personas evacuar sin dificultades el local.
- h) Dado que no debemos olvidar que los sistemas de recogida de aguas (vertidos ocasionales, baldeos, lluvia, etc.) pueden arrastrar aceites e hidrocarburos es necesario prever adecuados separadores antes de la conexión con los colectores exteriores. En los aparcamientos subterráneos debe prestarse especial atención a la cota a la que se recogen las aguas, pues en la mayor parte de los casos será necesario dotar a la red de sistemas de bombeo y tener en cuenta los requisitos reglamentarios al respecto, particularmente los que tienen relación con la garantía de la continuidad del servicio de dichos equipos.
- i) Por último, no hay que olvidar aquellas instalaciones de uso específico de aparcamientos, no presentes en otras edificaciones, tales como barreras de acceso, cajeros para pago, indicaciones de plazas libres, cuyo diseño no plantea ningún problema a los proyectistas en tanto deben ser considerados como sistemas cerrados que desarrollan y definen en su conjunto los propios suministradores o fabricantes.

Relación de Personal Titulado de INTEMAC

Arquitectos

Benito Díez, María Pilar
Fernández Sáez, Ana María
Fraile Mora, Serafin
González Balseyro, María José
López-Nava Muñoz, Alberto Ignacio
Luzón Cánovas, José M^a
Sánchez Arroyo, Jesús M^a
Sevilla Bombín, Esther María
Sicilia Mañá, Beatriz

Ingeniero Aeronáutico

París Loreiro, Angel
Moreno Toriz, Juan José

Ingenieros de Caminos

Baena Alonso, Eva
Barrios Corpa, Jorge
Barrios Corpa, Roberto
Brandán Gordillo, Rubén
* Calavera Ruiz, José
Calderón Bello, Enrique
Castillo Fernández, Luis Javier
Corbacho Vicioso, José Angel
Cortés Bretón, Juan María
Corral Folgado, Claudio
De la Cuerda del Olmo, Francisco Javier
De la Fuente Gómez, Ana Isabel
Dávila Sánchez-Toscano, Suyapa
Díaz Heredia, Elena
Díaz Lozano, Justo
Díaz Pavón Cuaresma, Eduardo
Encinar Arroyo, Antonio
Fernández García, Susana
* Fernández Gómez, Jaime Antonio
Fernández Montes, David Constantino
García de Diego Cano, Eva María
González González, Juan José
González Reyero, Carlos
* González Valle, Enrique
* Hostalet Alba, Francisco
* Izquierdo Bernaldo de Quirós, José M^a
Jiménez Ortiz, Gonzalo
* Ley Urzaiz, Jorge
Martínez Hidalgo, José
Munugarren Martínez, Miguel Angel
Penadés Olaso, Sergio
Pérez García, Noemí
Rodríguez Escribano, Raúl Rubén
* Rodríguez Romero, Jesús M^a
Rueda Contreras, Jorge Ladislao
Ruiz Fuentes, María Josefa
Ruiz Jiménez-Alfaro, Felipe
Sanz Pérez, Lorenzo
Sirvent Sirvent, Enrique
Tapia Menéndez, José
Torre Cobo, María Carmen

Torres Pérez, Elisa
Valdés Fernández de Alarcón, Pablo
Villanueva Ramírez, Santiago

Ingeniero en Cartografía y Geodesia

López-Canti Casas, Elisa

Ingenieros Civiles

Almeida da Silva, Pedro Miguel
Sarabando Diamantino, Francisco José
Teixeira Martins, Hermano Tiago

Ingenieros Geólogos

Catalán Navarro, Antonio
Hernández Alvarez, José Luis

Ingeniero I.C.A.I.

Marín Estévez, Gonzalo

Ingenieros Industriales

* Alvarez Cabal, Ramón Amado
Argüelles Galán, Manuel
Arroyo Arroyo, José Ramón
Armengou Lacalle, María Teresa
Bayonne Sopo, Enrique
De la Cruz Morón, Diego
De la Iglesia Rodríguez, Beatriz Marta
Estrada Gómez, Rafael
García Malpartida, Javier
González Carmona, Manuel
Ibañez Mayayo, Miguel
Liébana Ramos, Miguel Angel
Loriente Ota, Iván
López Bravo, Soraya
Martos Ojanguren, Víctor
Pou Esquiús, Carles
Ramírez de la Pinta, Rubén
Rioja San Martín, Oscar
Suárez Fernández, Antonio
Torruella Martínez, Josep M^a
* Valenciano Carles, Federico

Ingeniero de Materiales

Sáez Comet, Carlos

Ingeniero de Minas

González Feito, Pedro Victorino
Ramos Sánchez, Adelina

Ingeniero de Montes

Pérez Fuentes, María Esther

Dra. en Geografía e Historia

Calavera Vayá, Ana María

Licenciada en Administración y Dirección de Empresas

Perales Gómez, Natalia

NOTA: Todo el personal de INTEMAC trabaja en dedicación completa y exclusiva, con la excepción de las personas arriba indicadas con * a las que se autoriza la dedicación a la Enseñanza Universitaria en régimen de dedicación parcial.

Licenciado en Ciencias Ambientales

Gil Esteban, Luis Miguel

Licenciado en C. Económicas y Empresariales

González Chavero, Antonio

Licenciado en Ciencias Físicas

Salas Roa, Luis David

Licenciados en Ciencias Químicas

Fernández Sendino, Marta
Grandes Velasco, Sylvia María
Iglesias Hernaiz, María Angeles
López Sánchez, Pedro
Morgado Sánchez, José Carlos

Licenciados en Derecho

González del Olmo, Alfredo
Jarillo Cerrato, Pedro

Licenciada en Filología Hispánica

Valentín Sierra, M^a Consuelo

Licenciados en Geología

Blanco Zorroza, Alberto
Casado Chinarro, Alejandro
Catalán Navarro, Antonio
López Velilla, Oscar
Martín López, Jesús Heliodoro
Salado Rodilla, Luis
Usillos Espin, Pablo

Arquitectos Técnicos

Carrato Moñino, Rosa M^a
Fernández Jiménez, Amelia
Galán Rivera, Sofía
Montejano Jiménez, María del Carmen
Muñoz Mesto, Angel
Muñoz Ortega, Andrés
Sanz Burgueño, Miguel Angel
Suárez Leira, Víctor
Vaquero Navarro, Carlos
Vicente Minguela, Francisco

Ingenieros Técnicos Industriales

Alcubilla Villanueva, Rubén
Alvarez Pascual, Javier
Bernal Romero, Manuel Angel
Campano Pérez, María Josefa
Díaz-Trechuelo Laffón, Antonio
García Campos, María de la Luz
Gil Ginesta, Juan Carlos
Madueño López, Javier
Madueño Moraño, Antonio
Martos Sánchez, Rafael
Muñoz Garijo, Francisco Javier
Pérez Berenguer, José Gil
Piñeiro Herrero, Alberto
Rodríguez Luque, Ana María
Sáez Comet, Carlos

Sánchez Bueno, Juan Jesús
Santos Barrero, Francisco Javier
Villar Riñones, Jesús

Ingeniero Técnico en Informática de Gestión

Esteban Pérez, Ramón

Ingeniero Técnico de Minas

Fernández Terán, Francisco Javier
Sillero Arroyo, Andrés

Ingenieros Técnicos Obras Públicas

Carrero Crespo, Rafael
Galán de Cáceres, M^a del Puerto
González Isabel, Germán
González Nuño, Luis
Hernández Velasco, M^a Concepción
Llort Mac Donald, Daniel
Martínez Vicente, Cristina
Mata Soriano, Juan Carlos
Mazuecos Salas, Ildefonso
Montiel Sánchez, Ernesto
Muñoz Martín, Jesús
Muñoz Mesto, Angel
Ortiz del Campo, Natalia
Ozaetta Cabrera, José Aníbal
Pino Vaquero, José Angel
Prieto Malillos, Raquel
Rivera Jiménez, Marta
Romero García, Daniel
Rosa Moreno, José Andrés
Rozas Hernando, José Juan
Sánchez Tomé, Elena
Sillero Olmedo, Rafael
Soto López, Elena del
Vicente Girón, Susana

Ingeniero Técnico de Telecomunicación

Vicent Cantero, Francisco José

Ingenieros Técnicos Topógrafos

Barragán Bermejo, M^a Vicenta
Carreras Ruiz, Francisco
Lana Campos, Rebeca
López Jiménez, Luis
Molero Vicente, M^a Isabel
Sánchez Martín, María de la O
Torés Campos, Ana M^a

Técnicos en Administración de Empresas

Cebrián Sobrino, M^a José
González del Olmo, M^a de la Peña de F.

Técnico en Internet y Correo Electrónico

Calavera Vayá, Rafael

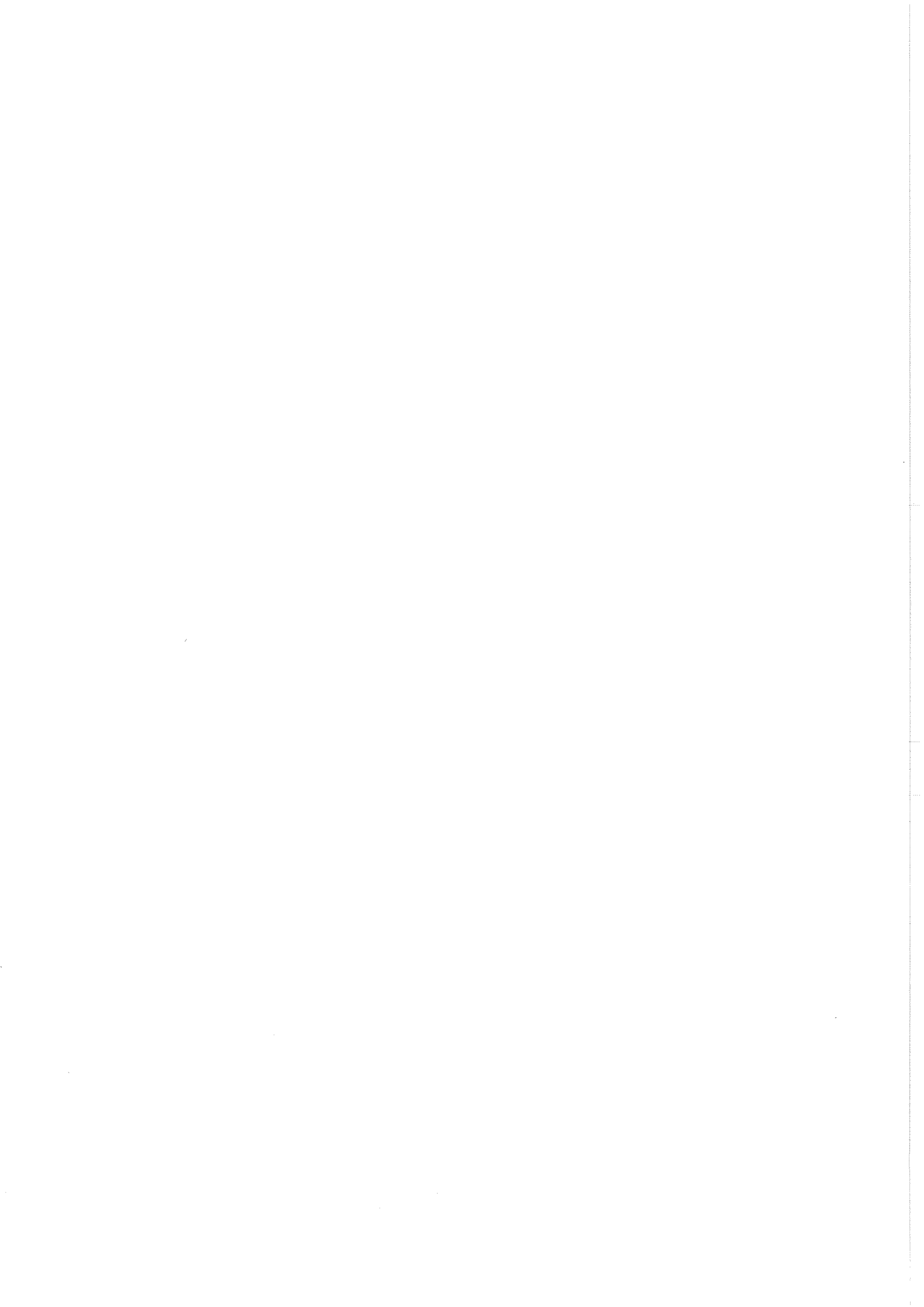
Técnico en Publicidad

Blanco Armas, Cristina

Topógrafo

Alquézar Falceto, Ricardo

NOTA: Todo el personal de INTEMAC trabaja en dedicación completa y exclusiva, con la excepción de las personas arriba indicadas con * a las que se autoriza la dedicación a la Enseñanza Universitaria en régimen de dedicación parcial.



CUADERNOS INTEMAC

CUADERNOS INTEMAC es una publicación trimestral, bilingüe en español e inglés, en forma de monografías que recogen trabajos realizados por los técnicos del Instituto o presentados en los Cursos y Conferencias organizados por el mismo.

Los temas tratados cubren tanto el campo de las Obras Públicas como el de la Edificación y sus Instalaciones.

Precio de la suscripción Año 2007: 31€



ULTIMOS TITULOS PUBLICADOS

Cuaderno Nº 63

"Instrumentación geotécnica de una obra marítima: dique de abrigo de la ampliación del puerto de Alicante"

Autores: C. ELENO CARRETERO
Mª J. RUIZ FUENTES
P. USILLOS ESPÍN

Cuaderno Nº 64

"Instalaciones en aparcamientos subterráneos"

Autor: F. VALENCIANO CARLES

CUADERNOS DE PROXIMA APARICION

Cuaderno Nº 65

"Incidencia de los aditivos antilavado en los hormigones puestos en obra bajo el agua (hormigones sumergidos)"

Autor: L. SANZ PÉREZ

Cuaderno Nº 66

"Patología de los pavimentos cerámicos"

Autor: J. Mª LUZÓN CÁNOVAS
J. SÁNCHEZ ARROYO

Consulte lista completa de la Colección

MONOGRAFÍAS INTEMAC

A partir de junio de 1998 INTEMAC emprendió una nueva línea de publicaciones con un carácter eminentemente práctico, destinadas a tratar temas muy concretos que, o bien presentan un nivel de problemas cubiertos en la práctica, o bien están insuficientemente cubiertos por la Normativa y la documentación técnica existente.

MONOGRAFÍA INTEMAC Nº 5

"Mantenimiento y reparación de paramentos de hormigón".

Autores: R. Barrios Corpa, C. Beteta Cejudo, E. Díaz Heredia, Prof. J. Fernández Gómez, J. Mª. Rodríguez Romero.

Precio de la Monografía 38 €

MONOGRAFÍA INTEMAC Nº 6

"Patología, técnicas de intervención y limpieza de fábricas de ladrillo".

Autores: P. López Sánchez, J. Mª. Luzón Cánovas, I. Martínez Pérez, A. Muñoz Mesto, A. Fernández Sáez.

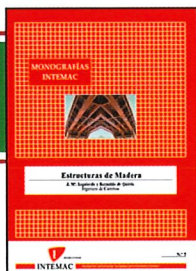
Precio de la Monografía 38 €

MONOGRAFÍA INTEMAC Nº 7

"Estructuras de madera".

Autores: J. Mª. Izquierdo y Bernaldo de Quirós.

Precio de la Monografía 38 €



NOTAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA NIT

En INTEMAC se producen, con frecuencia, notas de información sobre temas que pensamos que no solamente tienen una utilidad interna sino que pueden resultar interesantes para muchos Técnicos de la Construcción.

NOTAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA NIT 1 (05)

"Estudio experimental sobre la influencia de distintos procedimientos de curado inicial en obra, en la resistencia a compresión de probetas de hormigón".

Autores: J. Calavera Ruiz, J. Fernández Gómez, G. González Isabel, J. Ley Urzaiz

Edición bilingüe (español e inglés) en color.

Precio 11 €



NOTAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA NIT 2 (05)

"El Incendio del Edificio Windsor de Madrid. Investigación del comportamiento al fuego y de la capacidad resistente residual de la estructura tras el incendio".

Autores: J. Calavera Ruiz, E. González Valle, J. Díaz Lozano, J. L. Cano Muñoz, J. Fernández Gómez, J. Mª. Izquierdo y Bernaldo de Quirós, J. Ley Urzaiz.

Edición bilingüe (español e inglés) en color.

Precio 15,5 €

VÍDEOS TÉCNICOS Y DVD'S

Muestreo de hormigón fresco. Fabricación y ensayo de probetas de hormigón.

Nº 2001 (1-1)

Contempla de forma completa y detallada el proceso de toma de muestras de hormigón fresco en obra, la medida de la consistencia con el Cono de Abrams, fabricación de probetas, curado en obra, transporte al laboratorio, curado en cámara, refrentado y ensayo a compresión.

Esta nueva versión del vídeo 8801 (1), introduce las modificaciones de EHE y un sistema de estudio de la distribución de presiones de la prensa sobre la probeta así como los aspectos particulares del ensayo de hormigones de alta resistencia.

30 minutos - 25 €



Fabricación y control de calidad de barras y mallas para hormigón armado.

Nº 2002 (1-2)

Muestra el proceso de laminación en fábrica de las barras y alambres, la fabricación de mallas y los ensayos de tracción, doblado, arrancamiento de nudos y determinación de las características geométricas del corrugado y el ensayo de Beam-test para la determinación de las características de adherencia.

30 minutos - 25 €



Compresión centrada en hormigón armado.

Nº 2002 (1-4)

Contempla la rotura de siete pilares a escala real, variando resistencias de hormigón desde 25 N/mm² a 100N/mm², las cuantías de armaduras, la separación de estribos y la velocidad de carga conectando todo ello con las fórmulas de cálculo.

35 minutos - 25 €

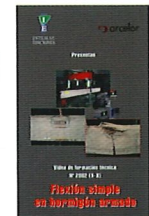


Flexión simple en hormigón armado.

Nº 2002 (1-3)

Incluye el ensayo a rotura de cinco vigas a escala real, con diferentes cuantías y diferentes desarrollos de adherencia conectando todo ello con las fórmulas de cálculo.

35 minutos - 25 €



Esfuerzo cortante en hormigón armado.

Nº 2002 (1-5)

Muestra el ensayo a rotura de cinco vigas a escala real, con diferentes formas de rotura por corte (Tracción diagonal, corte flexión, compresión diagonal, etc.) conectando todo ello con las fórmulas de cálculo.

25 minutos - 25 €



BOLETÍN BIBLIOGRÁFICO

INTEMAC viene realizando desde su fundación un BOLETIN BIBLIOGRAFICO para uso interno, que ofrece, en una lectura rápida, un panorama general de todas las publicaciones técnicas disponibles. Desde 1991, esta publicación bimestral, ha sido puesta a disposición del público.

EL BOLETIN BIBLIOGRAFICO incluye:

Fotocopia del índice y de los resúmenes de los artículos contenidos en las 105 revistas técnicas que se reciben en el Instituto referentes a los campos de la Edificación, Instalaciones, Obras Públicas y Urbanismo.

Una sección de Normativa reciente, nacional y extranjera.

Secciones de Bibliografía y Cursos.

Una sección de Congresos, Reuniones Técnicas y Ferias de próxima celebración en todo el mundo.

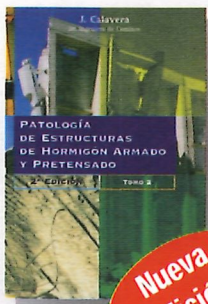
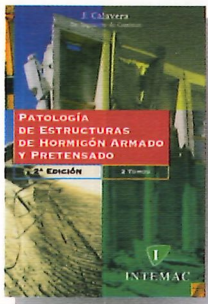
Tarifa de suscripción anual (6 números) 200 €



Consulte otras publicaciones

www.intemac.es

PUBLICACIONES



Nueva edición

Patología de estructuras de hormigón armado y pretensado

2ª edición (2 tomos)

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

Precio: 135 €



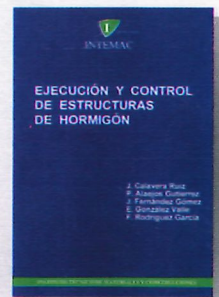
Nueva publicación

Fichas de ejecución de obras de hormigón

2ª edición

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

Precio: 56 €



Nueva publicación

Ejecución y control de estructuras de hormigón

J. Calavera, P. Alaejos Gutiérrez, J. Fernández Gómez, E. González Valle, F. Rodríguez García

Precio: 113 €



Manual para la redacción de informes técnicos en construcción

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

Precio: 80 €



Manual de Ferralla

3ª edición

J. Calavera, E. González Valle, J. Fernández Gómez, F. Valenciano

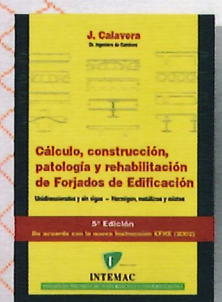
Precio: 45 €



Proyecto de estructuras de hormigón con armaduras industrializadas

J. Calavera, E. González Valle, J. Fernández Gómez, F. Valenciano

Precio: 50 €

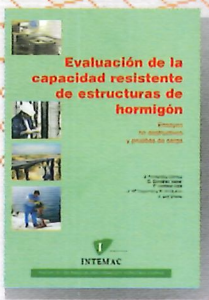


Cálculo, construcción, patología y rehabilitación de forjados de edificación

5ª edición

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

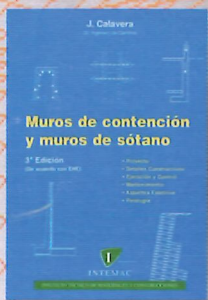
Precio: 113 €



Evaluación de la capacidad resistente de estructuras de hormigón

J. Fernández Gómez, G. González Isabel, F. Hostalet Alba, J. M. Izquierdo, J. Ley Urzaiz

Precio: 64 €

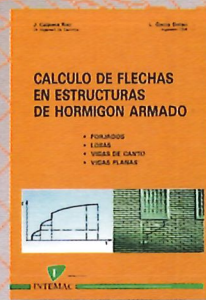


Muros de contención y muros de sótano

3ª edición

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

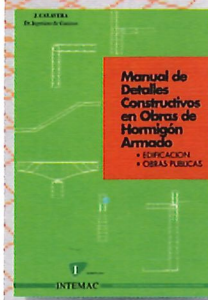
Precio: 80 €



Cálculo de flechas en estructuras de hormigón armado

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos), L. García Dutari (Ingeniero Civil)

Precio: 53 €



Manual de detalles constructivos en obras del hormigón armado

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

Libro: 123 € - Paquete informático 198 €



INTEMAC

Mario Roso de Luna, 29, Ed. 12 - 28022 MADRID

TEL.: 91 327 74 00 • FAX: 91 327 74 20

e-mail: intemac@intemac.es

www.intemac.es

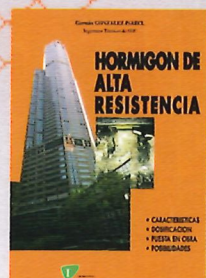


Cálculo de estructuras de cimentación

4ª edición

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

Precio: 80 €



Hormigón de alta resistencia

G. González-Isabel (Ingeniero Técnico de O. P.)

Precio: 47 €



Tecnología y propiedades mecánicas de hormigón

A. Delibes (Dr. Ingeniero de Caminos)

Precio: 57 €