



José Ángel García Ruiz.

Evaluación de la planta física

¹García Ruiz JA, ²García Medina B

¹Socio de Alrad Consulting. Ingeniero Superior Industrial.

²Arquitecto.

Dirección para correspondencia: jose.garcia@alrad.es

Resumen

La planta física, como espacio arquitectónico que soporta la actividad clínica, ha experimentado en las últimas décadas un significativo crecimiento, consecuencia del desarrollo de las técnicas de diagnóstico por imagen, donde al clásico diagnóstico radiológico se han añadido técnicas como la resonancia magnética, la ecografía, la densitometría ósea, y otras nuevas que se van incorporando paulatinamente como consecuencia del desarrollo tecnológico. Esta evolución no solo es en su magnitud sino también en su organización, su reparto zonal y los equipamientos técnicos que permiten el funcionamiento del Servicio, sin olvidar las necesidades financieras crecientes que permiten su construcción.

Tradicionalmente, el diseño ha estado realizado por los profesionales médicos implicados en el funcionamiento, pero en la actualidad la complejidad adquirida precisa la colaboración de un equipo de trabajo compuesto por los propios profesionales médicos y expertos en arquitectura e ingeniería clínica para conseguir Servicios cuya planta física siga el proceso clínico y no lo dificulte. Este es un proceso complicado, aún, en nuestro país, donde situaciones de individualismo, proyectos con falta de liderazgo, falta de conocimientos, insuficiencia de dotaciones presupuestarias, incapacidades de las Administraciones para dirigir o controlar proyectos sanitarios, y muchas otras razones, conducen en la mayoría de los casos a ejecuciones de plantas físicas que, o bien no se adaptan al proceso, o bien presentan defectos de infra- o sobredimensionamiento, que no analizamos en este trabajo pero remitimos al interesado a análisis realizados sobre casos recientes donde los costes inducidos, que generalmente paga el ciudadano, en el funcionamiento a medio y largo plazo, desbordan las expectativas iniciales.

Se analizan los pasos a realizar en el proceso de planificación y diseño para la definición de la demanda, el cálculo de la superficie bruta, la distribución zonal, los procesos que el Servicio pretende realizar, el cálculo del personal, el diseño de los flujos de trabajo y el diseño de las salas individuales y las dependencias necesarias. Remitimos al lector interesado a los siguientes trabajos que puede encontrar en el Bazar de la Fundación Signo:

- Influencia del diseño arquitectónico en los costes de diagnóstico por imagen.
- Sobre- e infradimensionamiento en departamentos de diagnóstico por imagen. Motivos y consecuencias.
- Centro de diagnóstico por imagen. Arquitectura.
- Diagnóstico por imagen. Comparativo de modelos de gestión (Word y Power Point).

Palabras clave: Demanda; Factor de utilización de sala; Modalidades; Procesos Clínicos; Planificación y diseño.

Evaluation of the physical plant

Abstract

The physical plant, the architectonic space that supports the clinical activity, has experimented in the last decades a great evolution, consequence of the development of the diagnostic imaging techniques, where to the classic radiological diagnosis have added new techniques like the magnetic resonance, the ecography, the bone densitometry, and other new ones which they are gotten up gradually as a result of the technological development. This evolution not only is in its magnitude but also in its organization, her zonal distribution, the technical equipment that allow the operation of the Service and without forgetting the increasing necessities financial that they allow his construction. Traditionally the design been has simplified by the knowledge of the implied medical professionals in the operation, but at the present time the acquired complexity needs the collaboration a work party made up of the own medical and expert professionals in architecture and clinical engineering for the attainment of Services whose physical plant follows the clinical process and that does not make difficult it. This it is a complicated process, still, in our country, where individualism situations, projects with lack of leadership, lack of knowledge, insufficiency of budgetary dowries, incapacities of the administrations to manage or to control sanitary projects and many other reasons lead in most of cases to executions of plants physical that or does not adapt to the process, either display defects of infra or sobresizing, that we did not analyze in this work but we sent to the interested one to analyses made on recent cases where the costs induced, that pays the taxes generally, in the operation to means and length term overflow the initial expectations. The steps are analyzed to make in the process of Planning and Design for the definition of the demand, the gross surface, the zonal distribution, the processes that Service tries to make, the personnel, the design of the work flow and the individual rooms and the necessary dependencies.

Key words: Demand; Room Utilization Factor; Modalities; Clinical Processes; Planning and Design.

Introducción

La evaluación de la planta física es una tarea de planificación que ha realizarse en las nuevas instalaciones, en el momento del diseño del hospital o centro diagnóstico, o también en Servicios en funcionamiento donde se precisa una renovación o restauración. En los primeros casos, el equipo que redacta el plan funcional debe tener suficiente información sobre demanda y procesos a realizar que debería permitir el cálculo y el comienzo del proceso de planificación de forma segura. En los casos de renovación, los datos de demanda están, en general, disponibles con claridad, actualizados, pero la planta física no se adapta a los procesos clínicos y un cálculo razonable de costes de funcionamiento debería proporcionar datos suficientes para comenzar la acción del equipo planificador (Figura 1).

Cada estructura física precisa un diseño diferente y este diseño no es único, pueden existir diversas soluciones que faciliten el desarrollo del proceso clínico, y un análisis riguroso debería permitir calcular los costes de funcionamiento de las diversas soluciones, de forma que se pueda escoger la más adecuada a medio-largo plazo, que no siempre es la más económica, bajo un punto de vista constructivo. Dependerá siempre de las previsiones del cen-

tro, de su análisis de negocio y de su desarrollo.

La evaluación de la planta física comprende:

- Análisis de la demanda.
- Cálculo de la superficie bruta.
- Cálculo del personal.
- Definición de las zonas.
- Diseño de la planta.
- Diseño de las salas individuales.
- Proyecto de ejecución.

Materiales y métodos

Para los cálculos que aquí se exponen se han utilizado los programas del Sistema de Panificación PLANDIS. Este permite calcular desde las salas y la superficie de un departamento hasta el personal, los costes por examen y los resultados, basándose siempre en la demanda asistencial. El proceso de cálculo se sistematiza para cada año, de los diez que comprende el análisis, de forma que se disponen de resultados anuales tanto de costes en general, como de costes por examen, así como de facturación y resultados por modalidad.

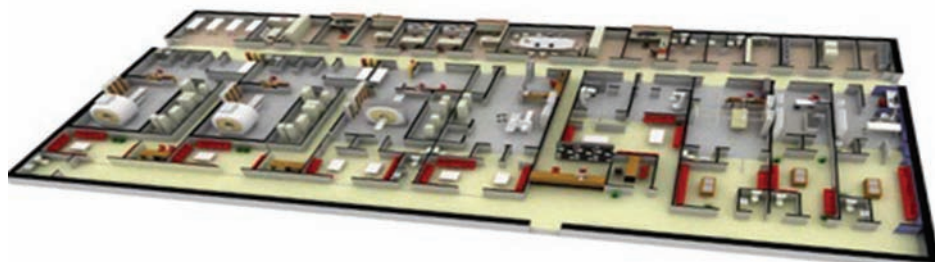


Figura 1. Planta física

Los programas del Sistema PLANDIS están escritos en Excel y en Visual Basic y convertidos en ejecutables con el compilador DONE EXE, de forma que las fórmulas están bien protegidas y el operador puede trabajar sin miedo a su destrucción por acciones indebidas.

Un dato sin el que no se puede trabajar es la demanda. Su análisis es la clave de los resultados posteriores y aquí nuevamente hay que hacer un ejercicio de llamada a la responsabilidad de los directores de proyecto.

Análisis de la demanda (Figura 2)

En las instalaciones de titularidad pública, las frecuentaciones locales de

exámenes de diagnóstico por imagen son los primeros datos de análisis utilizados, así como los crecimientos de estas frecuentaciones en la zona de influencia.

Las instalaciones privadas tienen otra forma muy diferente de calcular la demanda. Son aquí los contratos que se esperan realizar o que ya están realizados los que aportan los datos de demanda, jugando la frecuentación un papel secundario y siendo los crecimientos anuales experimentados en el área de implantación datos fundamentales para determinar a medio y largo plazo la demanda esperada, y por tanto el dimensionamiento del centro o departamento.



Figura 2. Análisis de la demanda

Exams (per day)							
Modality Referral	HC3 asegurad	HC7 empresas	PRIV priv	WINS1 mutuas	PUBL sms	INS2 seguros	TOTAL day
RD	6	4	6	4	1	5	26
FL	1	1	2	1	1	1	7
ORT	2	3	2	2	1	3	13
DEN	1	3	2	2	1	5	14
MAM	1	1	4	0	1	0	7
CT	2	3	6	2	1	3	17
MR	1	2	7	2	1	5	18
ECO	2	2	3	3	0	5	15
VAS	0	0	0	0	0	0	0
N.º examín.	16	19	32	16	2	27	117
Percentage			27	14	6	23	100

Figura 3. Previsión de demanda de exámenes

El análisis de la demanda lleva a una tabla del tipo mostrado en la Figura 3, que es la base para comenzar el plan de negocio del centro. El estudio arquitectónico es el primer eslabón del plan. Con el proyecto arquitectónico se disponen los elementos básicos para determinar los costes, y con estos los precios y facturación, que determinen la viabilidad del proyecto.

Cálculo de la superficie

El arquitecto precisa, en primer lugar, saber la magnitud de la superficie bruta aproximada en la que debe hacer su trabajo. Sobre esa desarrollará su acción de forma que quede definido un anteproyecto que siga, con la mayor fidelidad posible, los procesos que se van a efectuar en el centro. Desde el equipo de diseño, el arquitecto recibe los apoyos necesarios para orientar el anteproyecto, definir accesos, circulaciones, ubicaciones, etc. En principio, el cálculo de la superficie bruta es muy simple; definida la demanda para cada modalidad, la relacionamos con la producción estimada para cada sala. Esta se determina con el tiempo medio por examen, las horas y días anuales de actividad y el factor de ocupación de sala. Este dato en una renovación

es conocido. En una instalación nueva hay que estimarlo. La media del sector puede ser adecuada.

La superficie bruta se calcula mediante un factor de la superficie neta de examen total del Servicio (Figura 4). También puede calcularse sumando las superficies netas totales del Servicio, pero aún no hemos calculado el personal y sus necesidades. En este segundo caso hay también una estimación, que es la relación entre superficie neta y bruta. Esta varía entre el 20 y el 45%, por lo que este método no conduce, en principio, a resultados más exactos que el utilizado por el método PlanDis.

El objetivo debe ser no solo determinar la superficie al comienzo de la operación del centro, sino a medio y largo plazo. Nuestro modelo de cálculo nos permite determinar la demanda a largo plazo de forma lineal, también nos permite hacer cambios de demanda, según previsiones de crecimiento, interanuales. El periodo de cálculo se extiende a diez años, límite tecnológico, y físico, de los equipos necesarios para el diagnóstico por imagen, propósito del centro.

De la misma forma, el cálculo lineal del número de exámenes indica cada año

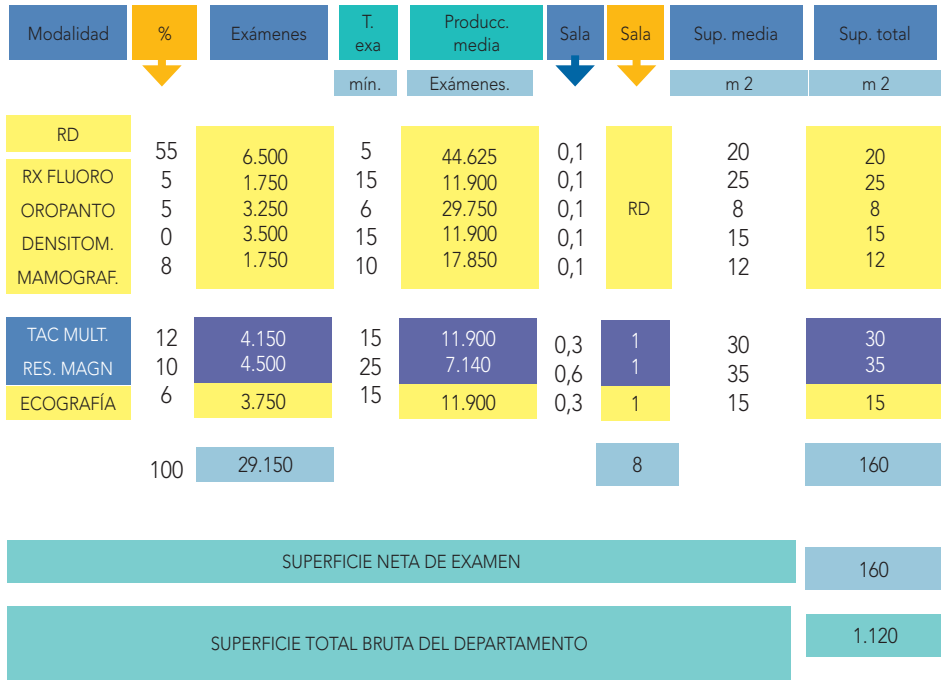


Figura 4. Cálculo de la superficie bruta

el número de exámenes anuales esperados y del número de salas necesarias, en función de los rendimientos esperados (factor de utilización de sala) (Figura 5). Así, el cálculo nos indica que en diez años, con los crecimientos anuales determinados, la superficie necesaria para el desarrollo de las actividades del Servicio sería de 1610 m².

El modelo rectangular se adapta, según el cálculo, a una superficie de 1120 m² (44,8 x 25 m):

- Superficie departamento: 1120
- D1 - l 44,8: 25

La distribución de espacios, de acuerdo con el método de Holms, quedaría como se muestra en la Figura 6.

Esta distribución es muy importante, tanto para el arquitecto como para los radiólogos. El primero tiene con esta información previa de cómo distribuir su espacio en la superficie bruta calculada. Los segundos pueden evaluar, *a priori*, la forma de conducir en el espacio físico sus procesos clínicos. Todo ello en la fase de anteproyecto.

Personal necesario

Su conocimiento es necesario para definir las dependencias propias del personal al comienzo de la actividad y poder comenzar el diseño del centro: primero en diagrama de bloques, después el anteproyecto y finalmente el proyecto completo. La evolución del personal a largo plazo es necesaria para dejar las reservas correspondientes en el área de personal (Figura 7).

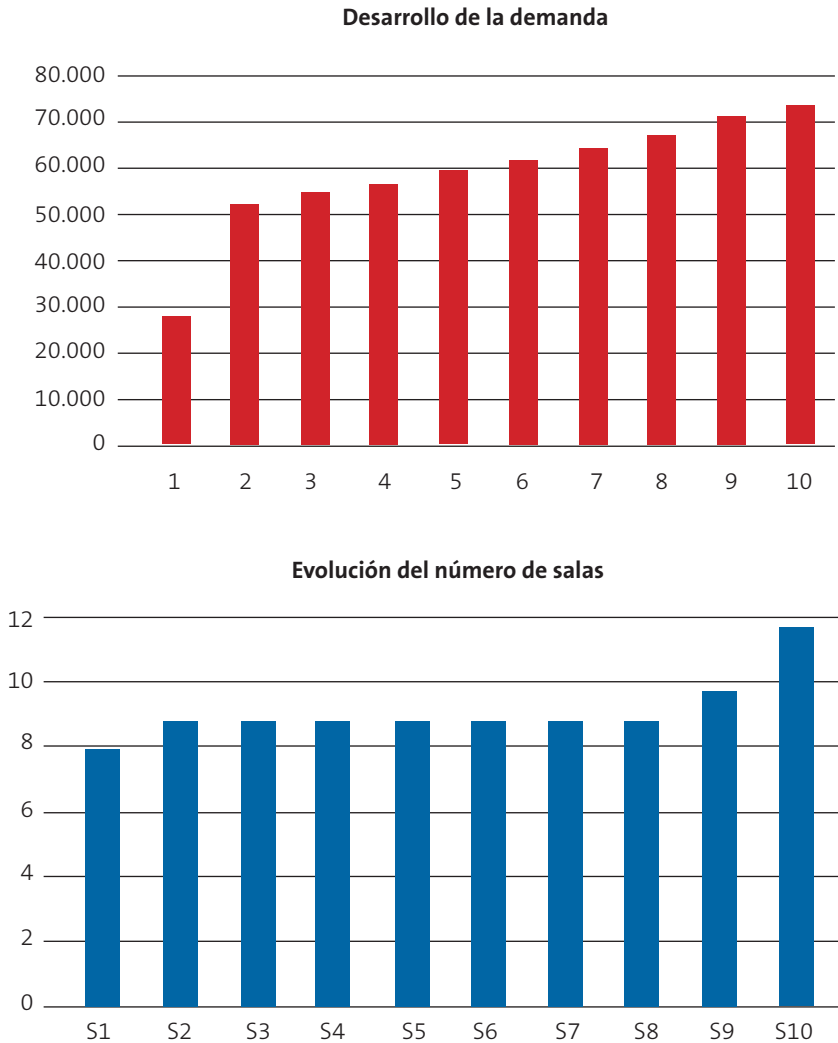


Figura 5. Número de exámenes y de salas en diez años

Puesto que proyectamos el centro con una visión de diez años, necesitamos los cálculos del personal en ese periodo (Figura 8).

Determinar el personal necesario a medio-largo plazo es imprescindible para el diseño del centro. Los crecimientos vienen determinados por dos

factores: crecimiento (positivo o negativo) de la población en el área de influencia y crecimiento medio estimado de las modalidades diagnósticas que configuran el centro.

Las salas de diagnóstico, vestuarios, office, etc., deberán estar dimensionadas para este personal.

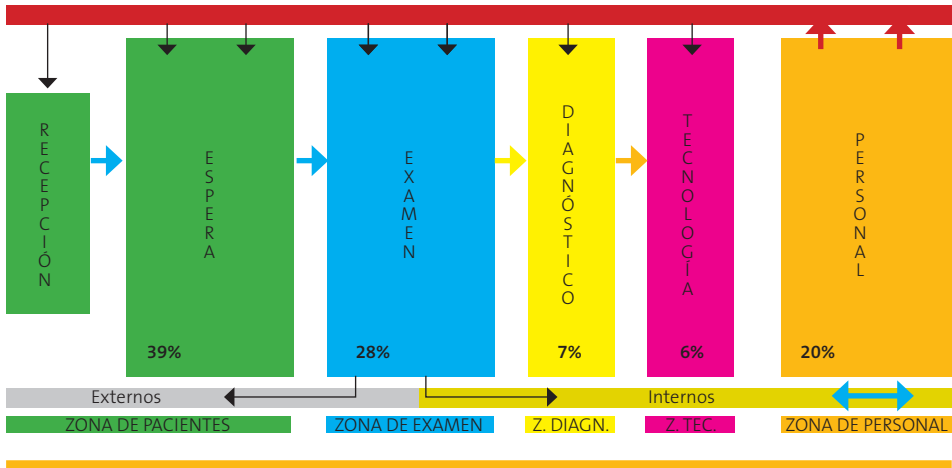


Figura 6. Espacios funcionales según Holms (actualizado)

Procesos

Los consultores médicos deben proporcionar al arquitecto los datos referentes a los procesos que se esperan realizar en el Centro. Recordamos que la arquitectura debe seguir el proceso clínico. Este necesita espacios para su desarrollo. Siguiendo el ejemplo de la Figura 9, hay que definir si la resonancia magnética tendrá o no sala de preparación, si el consentimiento informado se firma en algún despacho antes de entrar a la sala o si se firma al entrar al propio técnico, etc.

Diseño

Haremos algunos tanteos en programas de CAD construyendo un diagrama de bloques que nos permita una primera distribución de las circulaciones, los equipos y la zona de personal, adaptando asimismo el diseño a posibles preferencias del usuario y las limitaciones que una ubicación concreta pueda marcar (Figura 10).

El concepto modular empleado en PlanDis se traslada a la planta de manera directa, yuxtaponiendo las distintas salas de imagen y otorgándoles las

MODALIDAD	EXÁMENES		T. EX min	Nº SAL N°	Personal								
	TOTAL	%			Radiólogos	Técnicos	Enfermeros	Auxiliares	Celadores	Administrat.	Informática		
RX DIGITAL	6.500	22	4	1	1,8	2,4							
RX FLUORO	1.750	6	15	1	0,3	0,3	0,1						
ORTOPANTO	3.250	11	6	1	0,2	0,5							
DENSITOM.	3.500	12	15	1	0,2	0,5							
MAMOGRAF	1.750	6	10	1	0,3	0,3							
TAC MULT.	4.250	15	15	1	0,8	1,1	1,1		0,8	2,4	0,3		
RES. MAGN.	4.500	15	25	1	0,9	1,2	0,3	1,2					
ECOGRAFÍA	3.750	13	15	1	0,7			0,7					
VASCULAR	0	0	60	0	0,0	0,0	0,0	0,0					
TOTAL	29.250	100	8		5,4	6,3	1,5	1,9	0,8	2,4	0,3		

Figura 7. Personal en el año uno

AÑO	Total	Radiol.	Técnicos	Enferm.	Auxiliares	Celadores	Administr.	Informática
1	19	5,4	6,3	1,5	1,9	0,8	2,4	0,3
2	31	9,2	10,3	2,6	3,7	0,8	3,5	0,6
3	32	9,5	10,7	2,7	4,0	0,8	3,6	0,6
4	33	9,9	11,1	2,9	4,3	0,8	3,8	0,6
5	35	10,3	11,6	3,0	4,7	0,8	3,9	0,6
6	39	10,8	12,0	3,2	5,1	2,9	4,1	0,7
7	38	11,3	12,5	3,4	5,5	0,8	4,3	0,7
8	40	11,8	13,1	3,6	5,9	0,8	4,4	0,7
9	42	12,3	13,7	3,8	6,4	0,8	4,6	0,7
10	45	12,9	14,3	4,0	6,9	0,8	4,9	0,8

Figura 8. Personal en diez años

dimensiones requeridas a cada módulo en el estudio previo.

Las circulaciones son un punto clave para el óptimo funcionamiento del centro, diferenciando y separando claramente las de personal interno y las de pacientes o externos, cuya relación se produce principalmente en las salas de examen.

El sistema de módulos permite el crecimiento en sus extremos de manera que el diseño pueda atender a futuras necesidades de ampliación de servicios radiológicos (Figura 11).

Diseño de las salas individuales

Cada sala tiene su propio proyecto, este es función del equipamiento se-

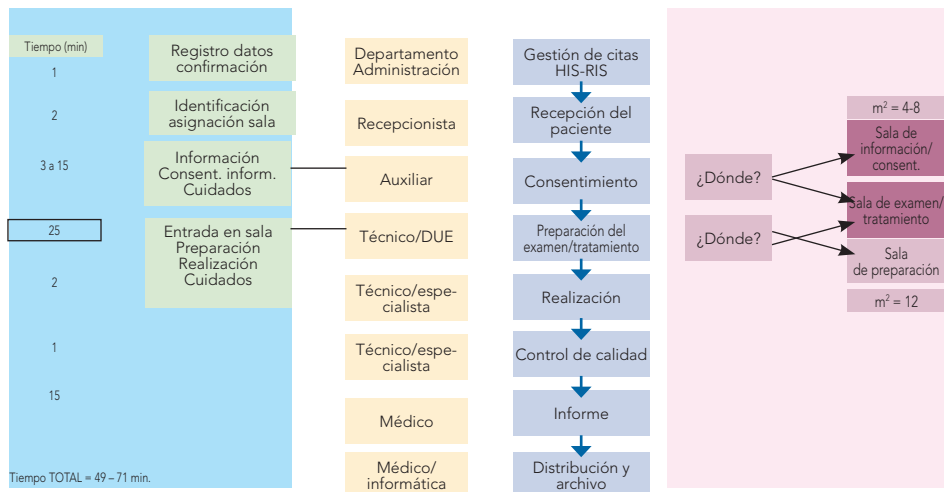


Figura 9. Ejemplo de proceso clínico para exámenes de resonancia magnética

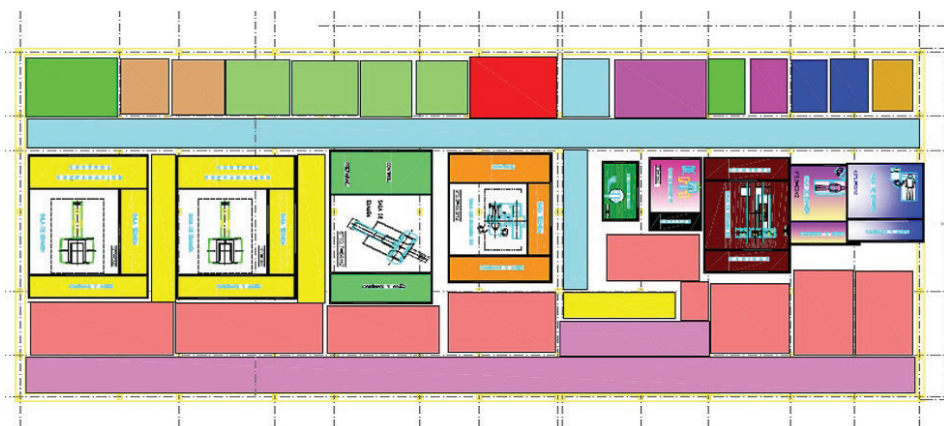


Figura 10. Diagrama de bloques

leccionado, y de la creatividad del arquitecto y del equipo de diseño. Presentamos una alternativa en 3D, sin considerar el proyecto de implantación que para cada sala debe realizar la compañía suministradora de cada equipo. Se exponen dos ejemplos, de resonancia magnética y de radiografía digital (Figuras 12 y 13).

En función de la tecnología de equipo de resonancia elegida, puede haber ligeras diferencias en la arquitectura, no en las superficies, que son muy similares, pero sí en las dimensiones longitudinales de la sala y los posibles apantallamientos posteriores a considerar en el cálculo de costes.



Figura 11. Planta de equipos. Espacio libre para una segunda resonancia magnética

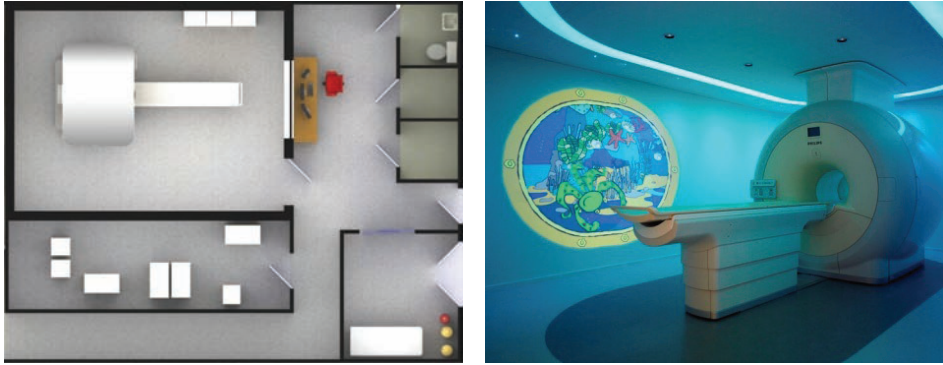


Figura 12. Resonancia magnética cilíndrica

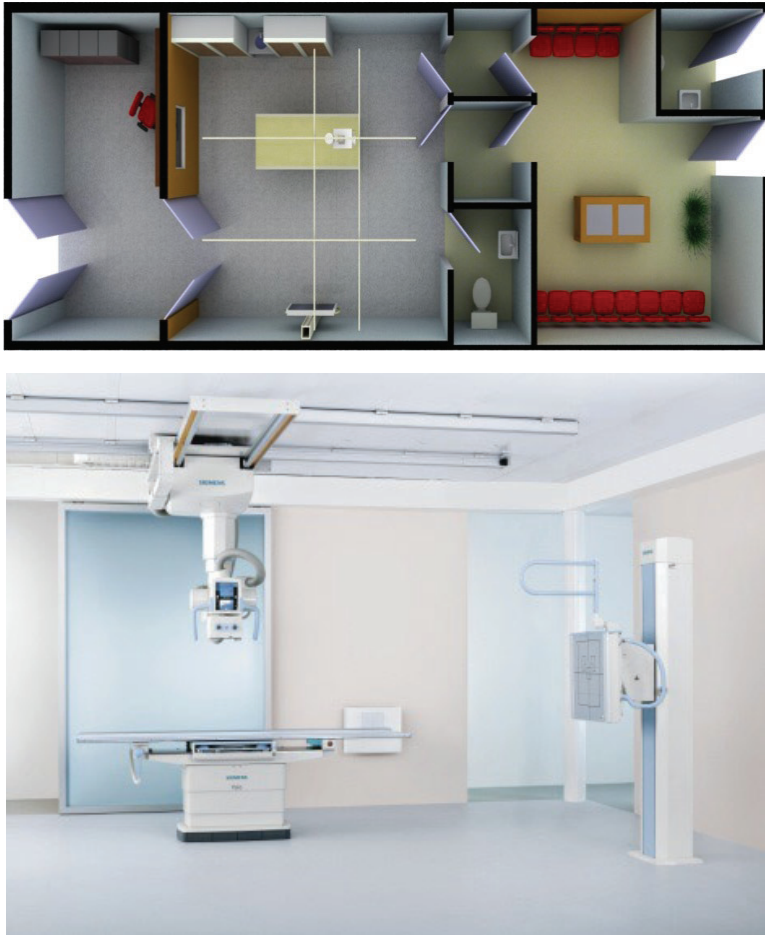


Figura 13. Radiografía digital



Figura 14. Sala de espera y salas de diagnóstico

Las salas de radiografía digital de las diferentes compañías suministradoras son muy similares en cuando a la superficie que precisa y las necesidades energéticas, si bien cada equipo requiere su propio diseño. Planos a escala 1:50 se requieren para el cálculo de las barreras de protección radiológicas.

Dependencias

La zona de pacientes ocupa, según los cálculos mostrados anteriormente, un 39% de la superficie total del centro. El arquitecto tiene un especial reto en el diseño de esta área, previendo las circulaciones, de forma que no interfieran los pacientes en la organización del personal y permitiendo con su diseño un entorno agradable para el paciente, a ser posible que le haga olvidar los aspectos clínicos a los que va a

someterse. Espacios, luz y superficies juegan un papel clave en este conjunto armonioso que se espera conseguir (Figura 14).

Las salas de diagnóstico son unas de las claves del diseño actual. El radiólogo permanece muchas horas en estas y las condiciones de habitabilidad, iluminación, ergonómicas, etc., con básicas para alcanzar la optima productividad y resultados clínicos (Figura 15).

Las instalaciones de aire acondicionado son muy importantes, no solo para el confort de los pacientes y personal, sino también para el optimo funcionamiento de la maquinaria instalada en el centro, tanto informática, como de adquisición de imágenes.

Las mayores necesidades de suministros de los centros diagnósticos mo-



Figura 15. Varios

denos radican en la energía eléctrica. Un centro como el del ejemplo puede demandar hasta 450-500 kVA, dependiendo del equipamiento seleccionado, y para estos consumos se requieren centros de transformación dedicados. El suministro de energía desde la compañía suministradora se efectúa en media tensión, y el consumo del equipamiento requiere entre 220 y 380 Vac.

Las comunicaciones internas en el centro y de este con el exterior forman otro capítulo importante en el diseño. Se adjuntan fotos de los armarios que alojan los servidores, de comunicación y de archivo (Figura 16).

La sala de emergencia es necesaria para prever efectos adversos de contrastes o para indisposiciones eventuales de pacientes.

Conclusiones

Los centros de diagnóstico por imagen modernos son instalaciones que

albergan gran cantidad de tecnología, y precisamente por esta complejidad requieren para su diseño el concurso de equipos multidisciplinares donde se precisa que el arquitecto tenga una especial formación en temas de imagen. Cada centro es diferente, pero la metodología del cálculo puede hacerse en todos con las mismas herramientas y con los mismos criterios de planificación y diseño. Por fortuna, el panorama y el interés hacia estos asuntos está mejorando en nuestro medio y cada vez es más frecuente la participación multidisciplinar (arquitectos, planificadores sanitarios, radiólogos, físicos, interioristas, etc.) en el diseño y planificación de los Servicios de Radiología (Figura 17).

Un Servicio de Diagnóstico por Imagen requiere una disciplina de planificación y diseño para eliminar todos los posibles costes adicionales que provienen de un incorrecto proceso, y se debe buscar la necesaria implicación por parte de los directores de proyecto hospitalarios y dirigentes sanitarios sobre estos costes inducidos, que no



Figura 16. Sala de servidores. Salas de control eléctrico y reanimación



Figura 17. Diagrama de actividades del proyecto de ejecución



Figura 18. Resonancia magnética abierta de alto campo (1,0 T)

hay que olvidar que pueden representar un lastre para toda la vida del Servicio, incrementando gravemente los ya muy elevados costes operativos del diagnóstico por imagen.

Bibliografía recomendada

- Busch HP, Georgi M (eds.). Digital Radiography: Quality Assurance and Radiation Protection. Konstanz: Schnetztor-Verlag; 1992.
- del Cura JL, Pedraza S, Gayete A. Radiología Esencial. Editorial Médica Panamericana; 2010.
- Energy Agency, Panamerican Health Organization, World Health. International Basic Standards for Protection against Ionization Radiation and for the Safety of Radiation Sources. Vienna: Safety Series. IAEA; 1996.
- Ficher H. Radiology Departments: Planning, Operation and Management. Ann Arbor; 1982.
- García JA. Planificación y Diseño de Departamentos de Diagnóstico por Imagen y Radioterapia. Ed. Diego Marín; 2009.
- Krestel E. Bildgebende Systeme für die medizinische Diagnostik. Siemens; 1980.
- Madrid García G. Planificar un nuevo servicio de Radiología. SEGECA. Gestión en Radiología. SE- RAM; 2010.

- Martínez Serrano C. Salas de informes en los nuevos Servicios de Diagnóstico por Imagen. SEGECA. 2010. SERAM 1.
- Rostemberg B. Ergonomics straightens its posture at SCAT 2004. Diagnostic Imaging; 2004.
- Rostemberg B. The architecture of medical imaging. Wiley and Sons Inc.; 1996.
- Stedeford B, Morgan HM, Mayles WPM. The Design of Radiotherapy Treatment Room Facilities. York: The Institute of Physics and Engineering in Medicine; 1997.
- Williams DG. Radiation Shielding for Diagnostic X-Rays. Report of a joint BIR/IPEM Working Party. London: BIR; 2000.