CENTRO DE DIAGNOSTICO POR IMAGEN. DEL PROYECTO AL PRODUCTO. (Los Vientos Centro de Diagnóstico por Imagen)

J.A. GARCIA RUIZ. Socio de Alrad Consulting. Ingeniero Superior Industrial. Licenciado en Gestión Comercial y Marketing. jose.garcia@alrad.es

Equipo de Trabajo: Francisco Ros Caballero (Arquitecto), Ginés Mayor y Pedro José Martínez(Induslogo S.L.-Ingeniería), Miguel Mengual (Adir S.A. Construcciones), Victor Mendez (Lita-DINSA, Alumbrado), Antonio Alvarez, Antonio Egea y Luis Concepción (LosVientos Hi tec Diagnostic S.A.), José Angel García (Alrad Consulting).

Resumen

Los Centros de Diagnostico por Imagen, privados o públicos, constituyen un eslabón fundamental en la cadena diagnóstica de la clínica moderna. La dotación tecnológica que engloban supone un elevado coste y las necesidades operativas de esta tecnología arrastran importantes gastos en infraestructuras arquitectónicas y en instalaciones eléctricas, electrónicas, de acondicionamiento de aire, gases medicinales, iluminación, etc. Las necesidades de seguridad, en general, precisan detallados proyectos de ingeniería para garantizar la calidad necesaria, no solo en el momento de la apertura de estos Centros, sino a lo largo de su vida útil.

Proponemos un ejemplo, recientemente terminado en la Región de Murcia (Las Torres de Cotillas), sobre el que se desglosaran las diferentes fases de su Proyecto y Construcción.

El primer paso lo constituye, siempre, el análisis detallado del Mercado, y la fijación de los objetivos empresariales. El Plan de Negocio preliminar lleva a los siguientes pasos, hasta disponer de un Proyecto Arquitectónico, como fase previa para solicitar licencias y presupuestos y tras asegurar los recursos económicos y el potencial de recursos humanos previsibles, determinar el Plan de Negocio que guiara las diferentes fases del proyecto.

La mayor parte de esta presentación queda dedicada a la exposición de imágenes que muestren la evolución del proyecto.

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

Abstract

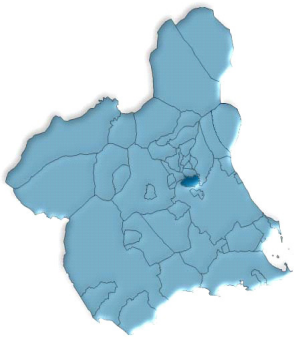
Centers for diagnostic imaging, private or public, are an essential link in the diagnostic of the modern clinic chain. The technological envelope which encompass high cost and operational needs of this technology trail significant expenses in architectural infrastructure and electric, electronic, facilities of air conditioning, medical gases, lighting, etc. Security requirements, in general, require detailed project engineering to guarantee the necessary quality, not only at the time of the opening of these centers, but over its useful life. We propose an example, recently completed in the region of Murcia (Las Torres de Cotillas), above which are disaggregated the different phases of your project and construction. The first step is, always, the detailed analysis of the market and business objectives. The preliminary Business Plan takes the following steps to dispose of an architectural project, as a run-up to apply for administration licenses and company budgets, and after securing economic resources and the potential of predictable human resources, determine the Business Plan that would guide the different phases of the project. The greater part of this presentation is dedicated to the exhibition of images that show the evolution of the project.

Keywords: Demand. Room Utilization Factor. Modalities. Clinical Processes. Planning and Design.

Ilustración 1. Ubicación del Centro de Diagnóstico por Imagen Los Vientos en Las Torres de Cotillas-Murcia

Introducción

Análisis de la demanda.- Las frecuentaciones locales de exámenes de diagnostico por imagen, son los primeros datos de análisis utilizados, así como los crecimientos de estas frecuentaciones en la Zona de Influencia. Un ejemplo del análisis de Resonancia Magnética se expone, resumido, a continuación.



Población	Zona proxima al Centro					
		Noroeste	57.607		Maquinas de RM Instaladas	0,2 T-1,5T	**1 +1 en Caravaca**
		Rio Mula	24.567				Ninguna
		Valle de Ricote	48.438				Ninguna
		Vega Media (Sin Molina)	45.974				Ninguna
			176.586	**Habitantes**			
		Molina de Seg.	64.065			0,2 T (1)-1,5 T ((1) GE usada)	
		Alcantarilla	41.084			1,5 T ((1) - Siemens)	
		Lorca	92.300			0,5 T(1)-1,5T (1)	
		Murcia	441.345			4 maquinas de 1,5 T en H. Publicos 4 maquinas de 1,5 T en C. Privados 2 maquinas de 0,5 T-1,0T C. Privados 3 maquinas de 0,2 T C. Privados	
		Total Región de Murcia	1.450.000			8 maquinas de 1,5 T publicas 9 maquinas de 0,2 T-0,3 T privadas 5 maquinas de 0,5-1,0 T privadas 7 maquinas de 1,5 T privadas	
			48.333	Hab/maquina		**30 maquinas en total**	
				Capacidad aparente del aréa de influencia =			**3,7**	**maquinas**
Frecuentación estimada en la Región de Murcia:			82 exam/1000 habitantes				
				Demanda estimada en la Zona de Influencia:			14.480	exam.

Ilustración 2. Demanda de Exámenes de Resonancia Magnética en la Zona de Influencia).

Calculo de la Superficie Necesaria.

Se define el Centro para una demanda inicial de 16.750 exámenes en la Primera Fase, donde el número de modalidades está simplificado.

Modalidad / Proveedores	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6	C 7	C 8	C 9	PRIV 1	MUT 1	MUT 2	EXT	PUBL	SEG1	SEG2	SEG3	TOTAL Dia
RD		1								20	2			2	1			**26**
FLUOR		0								0				0	0			**0**
ORTO		1								4				1				**6**
DENS		1								4	1			2				**8**
MAMO		0								0				0				**0**
TMC		0								0	0			0				**0**
RM		2								3				10	1			**16**
ECO		2								7				1	1			**11**
Numero Total por cliente porcenaje	0	7	0	0	0	0	0	0	0	38	3	0	0	16	3	0	0	**67**
examenes				**10**						**57**	**4**		**0**	**24**		**4**		**100**

Ilustración 3. Previsión de demanda diaria.

Estableciendo, a partir del segundo año una operación completa de todas las modalidades.

		1		S1	2		S2	3		S3	4		S4	5		S5
RD	39	6.500	0,7	1	6.565	0,7	1	6.631	0,7	1	6.697	0,7	1	6.764	0,7	1
RX FLUORO	0	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0	0	0	0,0	0
ORTOPANTO	9	1.500	0,1	1	1.515	0,1	1	1.530	0,1	1	1.545	0,1	1	1.561	0,1	1
DENSITOM.	12	2.000	0,4	1	2.060	0,4	1	2.123	0,4	1	2.187	0,4	1	2.253	0,4	1
MAMOGRAF	0	0	0,0	0	3.750	0,5	1	3.901	0,5	1	4.058	0,5	1	4.222	0,5	1
	0															
TAC MULT.	0	0	0,0	0	0	0,0	1	2.750	0,3	1	2.861	0,3	1	2.976	0,3	1
RES. MAGN.	24	4.000	0,7	1	9.750	1,8	2	10.340	1,9	2	10.965	2,0	2	11.629	2,1	2
ECOGRAFIA	16	2.750	0,5	1	2.861	0,6	1	2.976	0,6	1	3.096	0,6	1	3.221	0,6	1
		16.750		5	**26.501**		8	**30.251**		8	**31.410**		8	**32.625**		8
Incremento del numero de salas en el periodo							3			0			0			0

Ilustración 4. Demanda de exámenes y número de salas necesarias a medio plazo.

De esta forma quedan bien definidos los objetivos finales que el Plan de Negocio contempla y puede determinarse la necesidad de superficie a corto- medio y largo plazo.

Como se puede observar en la ilustración nº 5 se precisan al comienzo un total de 1.170 m2 brutos y con los incrementos de demanda anuales, podrían alcanzarse un total de 1.475 m2 en el año 10 de funcionamiento del Centro.

Población	Frecuent.	Modalidad	%	Examenes	t exa	Producc. Media	Sala	Sala	Sup. media	Sup. total	Crecimiento Población	Sala	Sala	Crecimiento Modalidad	Sala	Sala	Sup. total
Habitantes	Exam/1000				min	Examenes			m 2	m 2							m 2
620.000	10	RD	39	6.500	8	9.660	0,7	1	20	**20**		0,7	1	0	0,7	1	**20**
	0	RX FLUORO	0	0	15	5.152	0,0	0	25	**0**		0,0	0	0	0,0	0	**0**
	2	ORTOPANTO	9	1.500	6	12.880	0,1	1	8	**8**		0,1	1	0	0,1	1	**8**
Frecuent.	3	DENSITOM.	12	2.000	15	5.152	0,4	1	15	**15**		0,4	1	2	0,5	1	**15**
total zona	0	MAMOGRAF	0	0	10	7.728	0,0	1	12	**12**		0,0	1	3	0,7	1	**12**
1.130	0	TAC MULT.	0	0	15	9.016	0,0	1	30	**30**	1	0,0	1	3	0,4	1	**30**
	6	RES. MAGN.	24	4.000	25	5.410	0,7	2	35	**70**		0,8	2	5	2,9	3	**105**
	4	ECOGRAFIA	16	2.750	15	5.152	0,5	1	15	**15**		0,6	1	3	0,8	1	**15**
27			100	**16.750**				**8**		**170**			**8**			**9**	**205**

SUPERFICIE NETA DE EXAMEN	**170**	**205**
SUPERFICIE TOTAL BRUTA DEL DEPARTAMENTO	Centro Diagnóstico **1.190**	MAYOR NECESIDAD DE ESPACIO POR: * Incremento de población * Incremento de demanda de la tecnica **1.435**

Ilustración 5. Calculo de la superficie necesaria para satisfacer la demanda.

El local disponible tiene una superficie bruta de 1.205 m2.

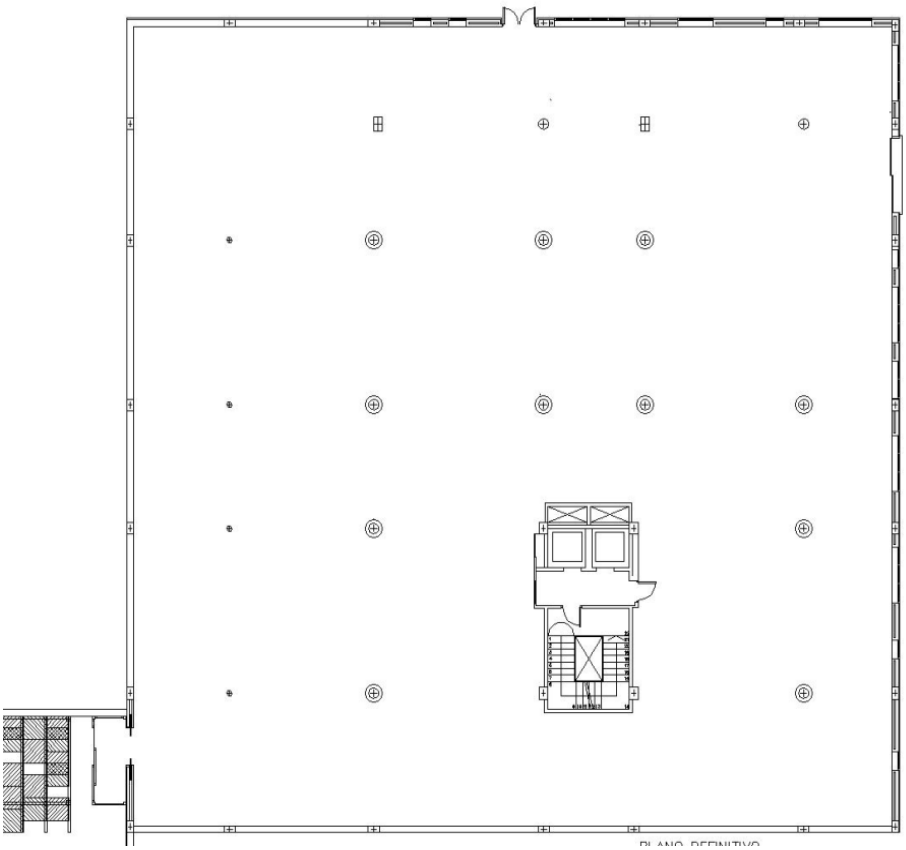


Ilustración 6. Espacio bruto disponible. Posiciones de accesos, ascensores, bajantes y pilares.

Procesos Clínicos

Definen las tareas a realizar en el Centro, y en consecuencia, la forma arquitectónica a diseñar. Se presenta en la fig. 8 el esquema que define el proceso para los diagnósticos de Resonancia Magnética. No se exponen el resto por extensión.

Ilustración 7. Sistema de Resonancia Magnética Oasis. Nucleo abierto con alto campo (1,2 T).

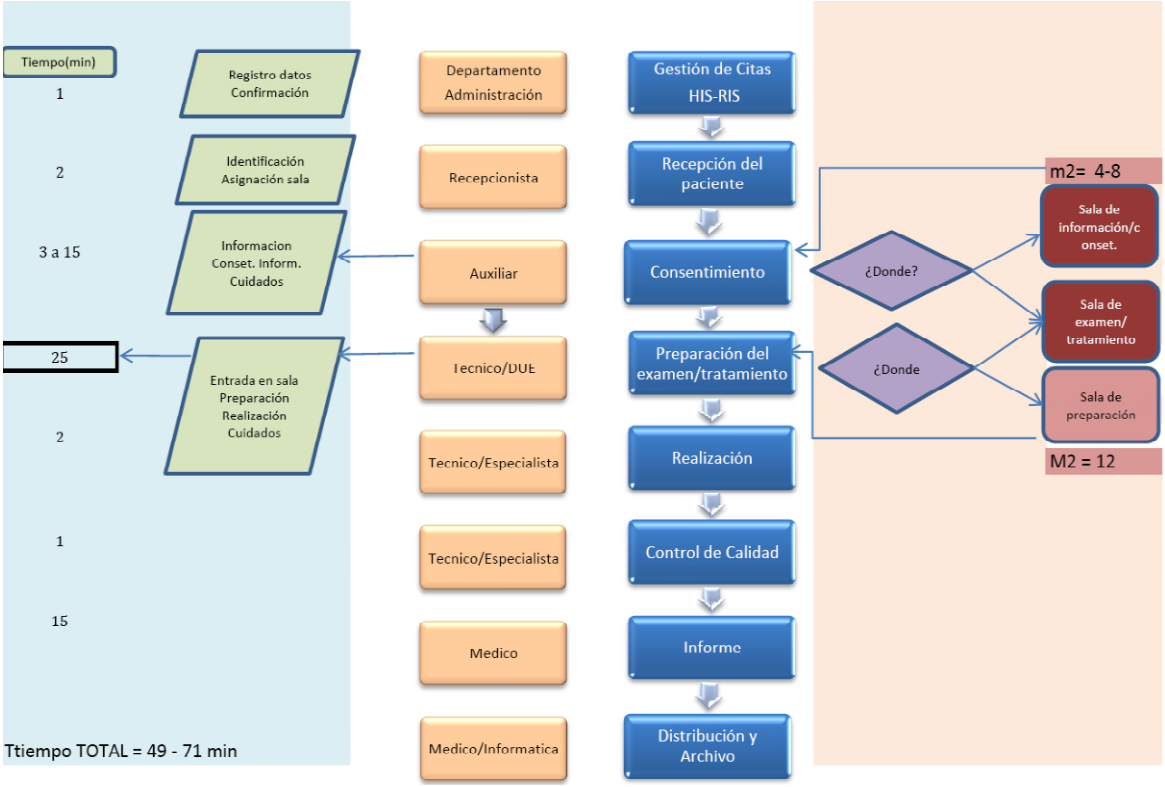


Ilustración 8. Ejemplo de proceso clínico para exámenes de Resonancia Magnética

Personal

Determinar el personal es una clave del diseño. La arquitectura tiene que contemplar las necesidades del personal que dará servicio al Centro. Se exponen las necesidades de Recursos Humanos del año de comienzo de la actividad y los necesarios durante diez años de operación del Centro.

MODALIDAD	EXAMENES TOTAL	%	T. EX min	Nº SAL Nº	Radiologos	Tecnicos	Enfermeros	Auxiliares	Celadores	Administrat.	Informatica
RX DIGITAL	6.500	39	8	1	0,6	0,6					
RX FLUORO	0	0	15	0	0,0	0,0	0,0				
ORTOPANTO	1.500	9	6	1	0,1	0,1					
DENSITOM.	2.000	12	15	1	0,2	0,2					
MAMOGRAF	0	0	10	0	0,0	0,0					
									0,0	1,2	0,2
TAC MULT.	0	0	15	0	0,0	0,0	0,0				
RES. MAGN.	4.000	24	25	1	0,8	1,2	0,6	1,4			
ECOGRAFIA	2.750	16	15	1	0,8			0,4			
	16.750	100		5	2,5	2,1	0,6	1,8	0,0	1,2	0,2

Ilustración 9. Calculo del personal en el año de comienzo.

Determinar el personal necesario a medio-largo plazo es imprescindible para el diseño del centro. Los crecimientos vienen determinados por dos factores: Crecimiento de la población en el área de influencia y crecimiento medio estimado de las modalidades diagnosticas que configuran el Centro.

AÑO	Total	Radiolog.	Tecnicos	Enferm.	Auxiliares	Celadores	Administr.	Informatica
1	8	**2,5**	**2,1**	**0,6**	**1,8**	**0,0**	**1,2**	**0,2**
2	16	4,2	4,3	1,5	3,9	0,0	1,4	0,3
3	18	4,8	5,1	1,9	4,1	0,0	1,4	0,4
4	18	5,0	5,3	2,0	4,3	0,0	1,4	0,4
5	19	5,2	5,6	2,1	4,6	0,0	1,5	0,4
6	20	5,4	5,8	2,2	4,9	0,0	1,5	0,4
7	21	5,7	6,1	2,3	5,2	0,0	1,5	0,4
8	22	6	6,4	2,5	5,5	0,0	1,5	0,5
9	23	6	6,8	2,6	5,8	0,0	1,5	0,5
10	25	**6**	**7,1**	**2,8**	**6,1**	**0,0**	**1,8**	**0,5**

Ilustración 10. Calculo del personal en los diez primeros años de funcionamiento

Diseño del Centro

Bloques.- El primer paso para ubicar las maquinas y definir las movilidades de pacientes, personal y camas (donde se prevean). Se utilizan bloque de AUTOCAD de las modalidades que se superponen sobre el plano en bruto del Centro.

Ilustración 11. Sala de Densitometria Osea

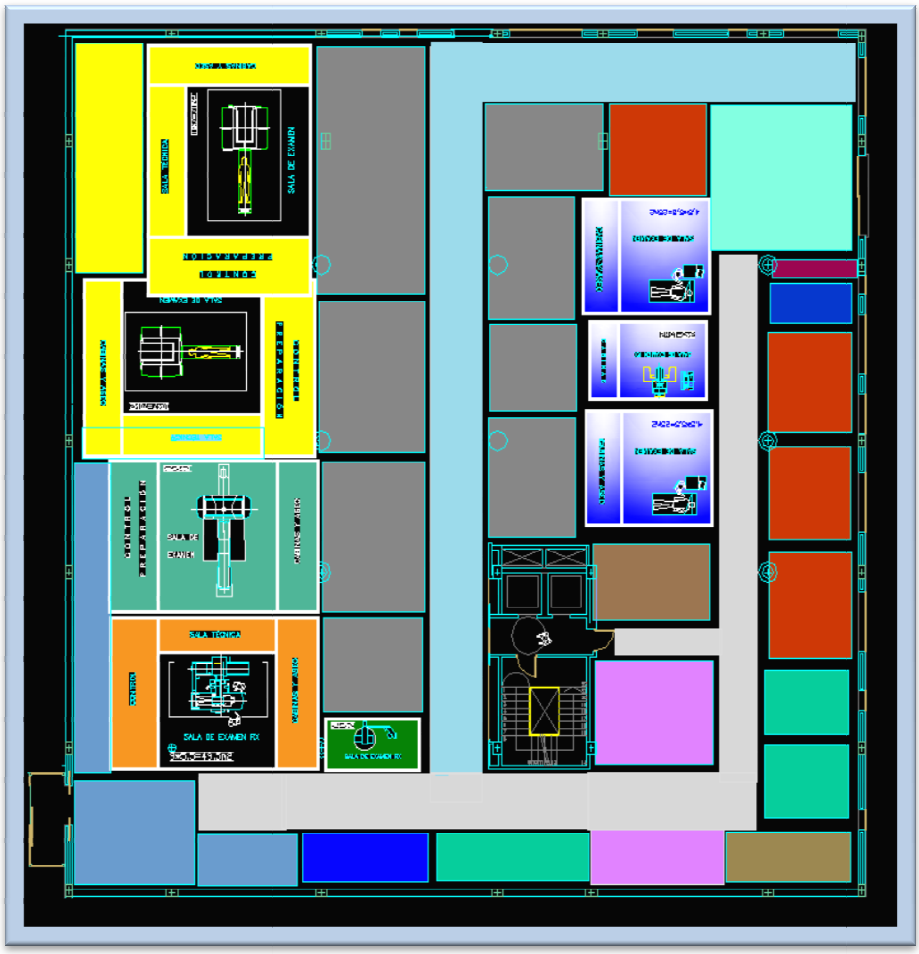


Ilustración 12. Esquema con la colocación de los Bloques de AUTOCAD.

Implantación.- Aplicación de medidas exactas para cumplimientos de necesidades, tanto de personal, como de pacientes, como de maquinaria. Las Normas a aplicar, según regulaciones locales, deben tenerse en cuenta en este dimensionamiento arquitectónico.

Ilustración 13. Sala de Examen de Ecografia y su Sala de Espera.

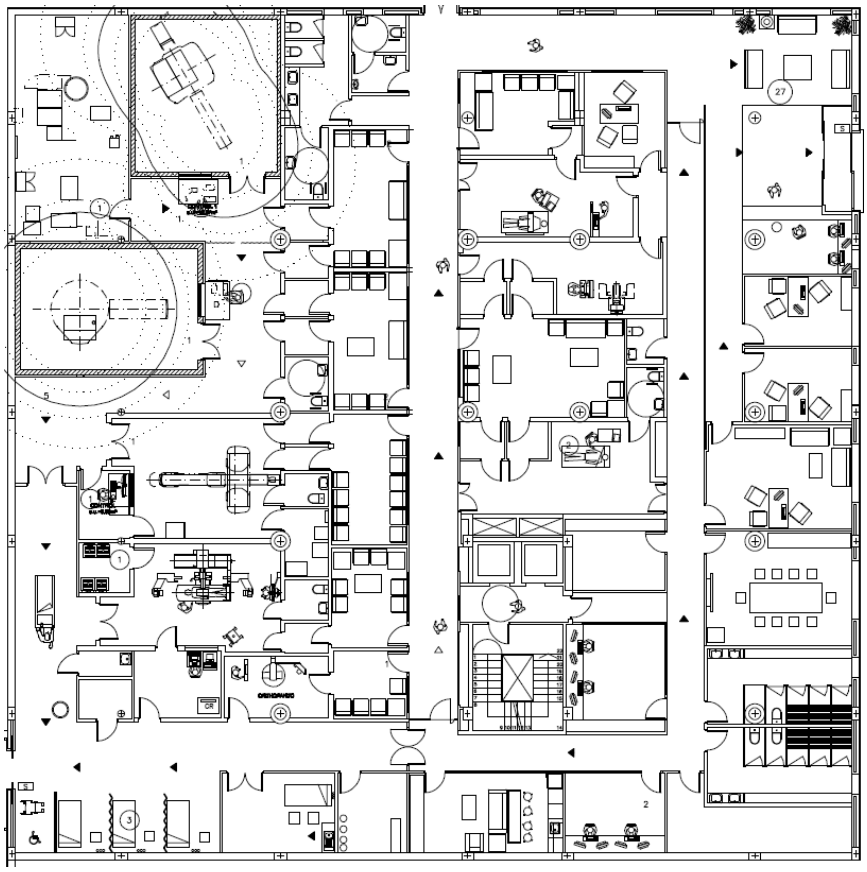


Ilustración 14. Implantación en AUTOCAD.

Infografía.- Dibujo en 3D del desarrollo de la implantación que facilita la comprensión del diseño. Ilustración 16.

Ilustración 15. Sala de espera de Resonancia Magnética 1.

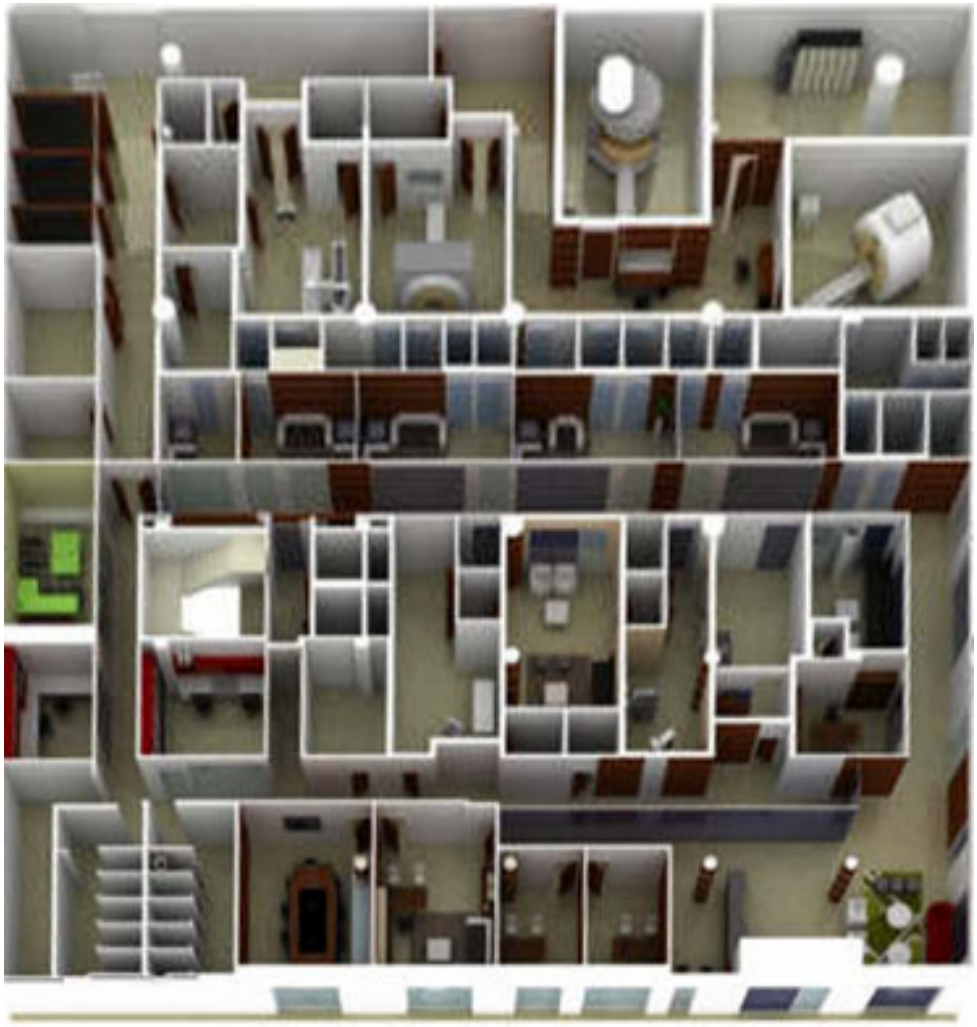


Ilustración 16. Infografia del Centro.

Alumbrado.- Parte del proyecto de ingeniería, donde se puede conjugar con eficacia las necesidades de alumbrado con las posibilidades artísticas y ambientales, así como en la reducción de consumo energético. Los LEDS permiten reducir más del 50 por ciento el consumo de energía, con lo que su mayor coste queda amortizado en menos de dos años.

Ilustración 17. Posibilidades de iluminación con LEDs

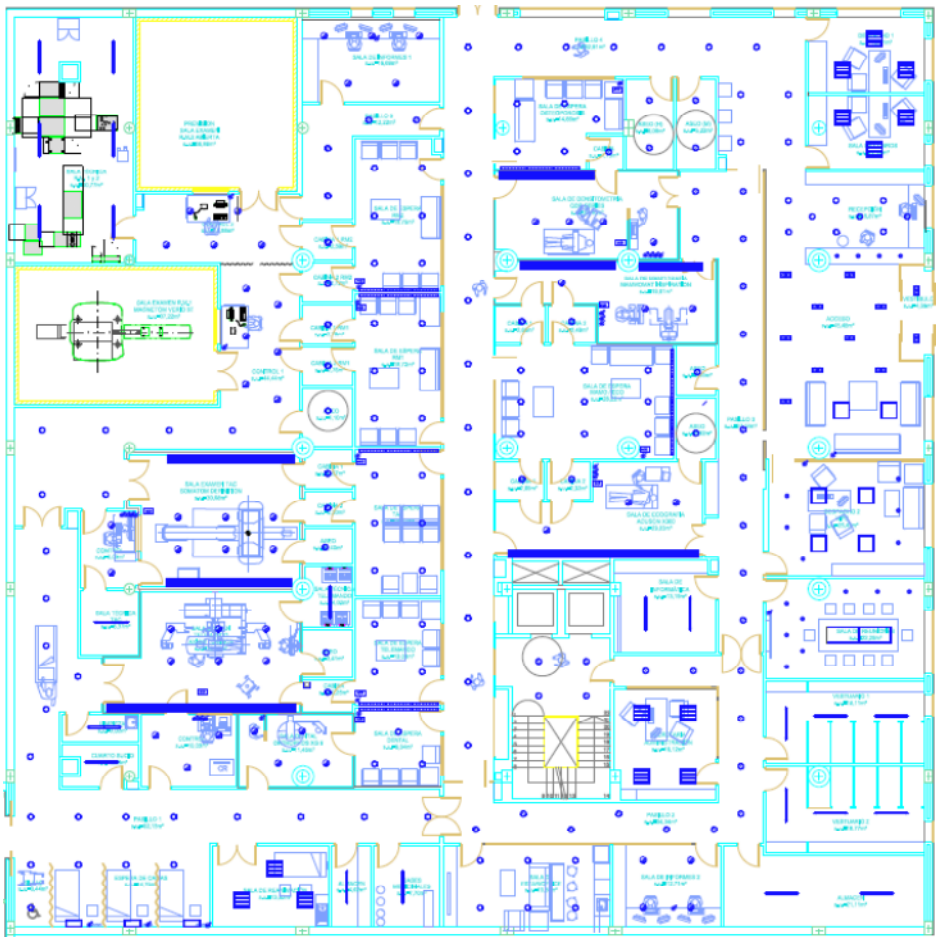


Ilustración 18. Plano de iluminación con LEDs

Ilustración 19. Sala de Densitometria y Sala de espera de Ecografía

Diseño individual de cada sala diagnostica

Ejemplo de la Resonancia Magnética.-El suministrador debe proporcionar planos de necesidades constructivas para la implantación de la maquinaria. El plano adjunto es uno de los emitidos por la compañía instaladora.

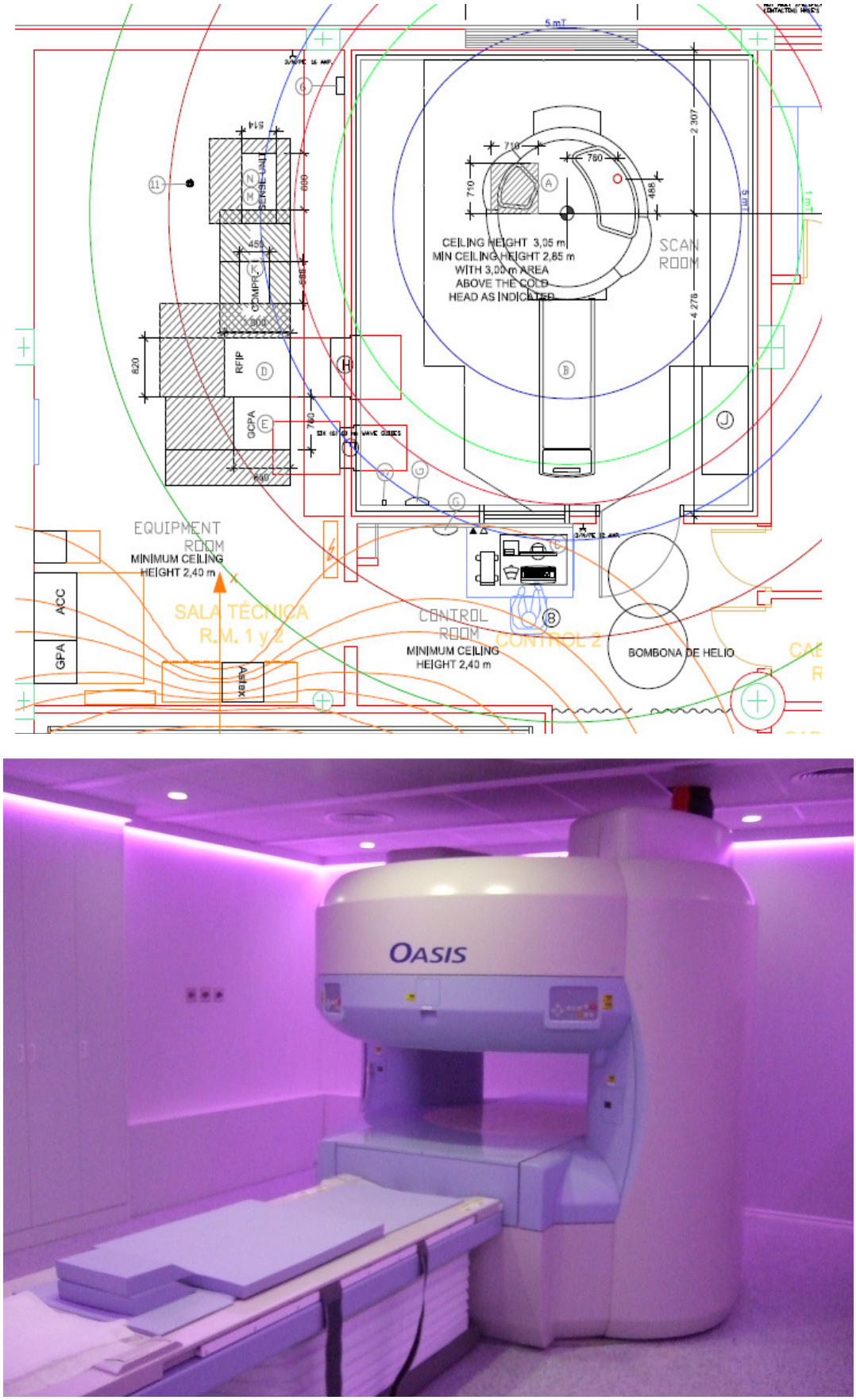


Ilustración 20. Implantación del sistema de Resonancia Magnética OASIS. Alto campo (1,2 T) abierto.

Instalaciones adicionales.

Las mayores necesidades de suministros de los Centros Diagnósticos modernos 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 trasformación 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.

Ilustración 21. Armario con protecciones del sistema de electricidad. Armario con servidores para comunicación y archivo

Comunicación y Archivo. 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.

Ilustración 22.Consola de Diagnostico y Sala de Examen de Ecografía.

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

Gases Medicinales.- No son necesarios en todos los Centros, pero, en función de los procesos clínicos a realizar pueden ser necesarios en la mayoría de ellos. Se describen las instalaciones diseñadas.

Ilustración 23. Sala de alojamiento del compresor de vacio y distribución de gases medicinales..

Sala de Emergencias. Necesaria para prever afectos adversos de contrastes o para indisposiciones eventuales de pacientes.

Ilustración 24. Sala de reanimación. Monitores, desfibrilador y sistema de anestesia para RM

Conclusiones

Los Centros de Diagnostico por Imagen modernos son instalaciones que albergan gran cantidad de tecnología, y precisamente por esta complejidad requiere para su diseño el concurso de equipos multidisciplinares donde los radiólogos juegan un papel esencial. Cada Centro es diferente, pero la metodología del cálculo puede hacerse a todos con las mismas herramientas y con los mismos criterios de planificación y diseño.

Un Centro de Diagnostico por Imagen requiere una disciplina de planificación y diseño para eliminar todos los posibles costes adicionales que provienen de un incorrecto proceso y, si bien no existe aún la necesaria implicación por parte de los directores de proyecto hospitalarios y dirigentes sanitarios sobre estos costes inducidos, no hay que olvidar que pueden representar un lastre para toda la vida del Centro, incrementando gravemente los ya muy elevados costes operativos del diagnostico por imagen.

Bibliografia

1.-Oleaga- L.Lafuente. “Aprendiendo los fundamentos de la Resonancia Magnética”. 2007. Panamericana.

2.-Jose M. Castro-Beiras. “Avances en Medicina Nuclear y Calidad Científico-Técnica”. 2002. Comunidad de Madrid.

3.-C. Martinez Serrano. Salas de informes en los nuevos Servicios de Diagnostico por Imagen. SEGECA. 2010. SERAM

4.-Erich Krestel. “Bildgegebende Systeme fur die medizinische diagnostk”. 1980. Siemens.

5.-D.G. Williams. “Radiation Shielding for Diagnostic X-Rays. Report of a joint BIR/IPEM Working Party. 2000. BIR. London

6.-Busch, H.P. Georgi, M.(Eds.). “Digital Radiography: Quality Assurance and Radiation Protection. 1992. Schnetztor-Verlag. Konstanz.

7.-Hein J.L. Diebels. “25 years of changing how the world looks at MR”. 2004. Philips Medical Systems.

8.-Dixon, R.L., Simpkin, D.J. “Primary shielding barriers for diagnostic radiology facilities: a new model”. 1998. Health Phy. 117-22.

9.-Energy Agengy, Panamerican health Organizatio, World Health. “International Basic Standards for Protection against Ionization Radiation and for the Safety Of Radiation Sources”. 1996. Safety Series. IAEA. Vienna.

10.-B. Rostemberg. “Ergonomics straigttens its posture at SCAT 2004”. 2004. Diagnostic Imaging.

11.-M.Castell. “Historia de la Medicina Nuclear en España”. 1993. Cetir Centro Medico.

12.-H.Ficher. “Radiology Departaments: Planning, Operation and Mangement”. 1982. Ann Arbor.

13.-B. Stedeford, H.M. Morgan, W.P.M. Mayles.”The Desing of Radiotherapy Treatment Room Facilities”.1997. The Institute of Physics and Engineering in Medicine. York.

14.-B. Rostemberg. “ The arquitecture of medical imaging” 1996. Wiley and Sons Inc.

15.-J.L.del Cura, S. Pedraza, A.Gayete. “Radiologia Esencial”. 2010. Panamericana.

16.-G. Madrid Garcia. Planificar un nuevo servicio de Radiología. SEGECA. Gestión en Radiología. 2010. SERAM

17.-J.A.Garcia. Planificación y Diseño de Departamentos de Diagnostico por Imagen y radioterapia. 2009. Ed. Diego Marin.

18.-J.A.Garcia. Planificación de Departamentos de Diagnostico por Imagen. SEGECA. Gestión en Radiología. 2010. SERAM

19.-Guía de Gestión de los Servicios de Radiología.Radiología, 2000, vol 42-2.

20.-Zamarriego Crespo J, Pérez Corral F. Nuevos paradigmas de la profesión médica para el próximo milenio. Ilustre Colegio Oficial de Médicos (ICONEM), 1999.

21.-Moreu, F.: Proyecto de investigación sobre la reinvención del hospital. Consultoría y Gestió SA. Sanofi Aventis. Barcelona 2004.

22.-Muñoz, F., Gómez, F. y Madrid, G.: Programas de comunicación para Servicios de Radiología. Todo Hospital, 2008, 246, 240-4. Guía de Gestión de los Servicios de Radiología. Radiología, 2000, vol 42-2.

23.-Zamarriego Crespo J, Pérez Corral F. Nuevos paradigmas de la profesión médica para el próximo milenio. Ilustre Colegio Oficial de Médicos (ICONEM), 1999.

24.-Muñoz, F., Gómez, F. y Madrid, G.: Programas de comunicación para Servicios de Radiología. Todo Hospital, 2008, 246, 240-4

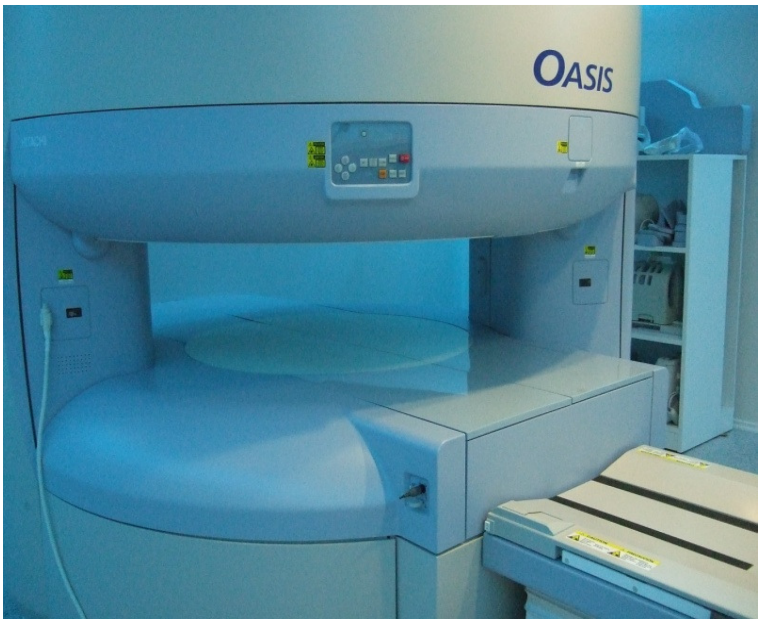


Ilustración 25. Resonancia Magnética abierta de alto campo (1,2 T)