



Planificación de locales para sistemas AVANCE

**Guía de usuario
300-700 MHz**

Versión Internacional 003



La información contenida en este manual puede alterarse sin previo aviso.

BRUKER no acepta responsabilidades por acciones realizadas como resultado del uso de este manual. Bruker no acepta ninguna responsabilidad por las erratas que pueda contener este manual y sus consecuencias, bien durante la instalación del equipo o durante su uso. Está prohibida, sin nuestra autorización escrita, la reproducción, completa o en partes, del contenido de este manual o su traducción a cualquier otro idioma.

Este manual ha sido preparado por:
Stanley J. Niles
Con la asistencia técnica de Daniel B. Baumann (Bruker BioSpin AG)

© Septiembre 25, 2002: Bruker BioSpin GmbH
Rheinstetten, Germany

P/N: Z31276S
DWG-Nr: 1418003

Índice

	Índice	iii
1	Introducción.....	5
1.1	General	5
	Como usar este manual	5
	Unidades utilizadas en este manual	6
2	Seguridad.....	9
2.1	Introducción	9
	Implantes médicos y quirúrgicos	10
	Fuerzas de atracción	11
	Efectos del campo magnético sobre el personal	12
	Efectos del campo magnético sobre los equipos	12
	Criogénicos	13
	Seguridad durante el rellenado criogénico	14
2.2	Procedimientos de seguridad recomendados	15
2.3	Planificación de emergencias	17
2.4	Seguridad frente a seísmos	18
3	Transporte y envío.....	19
3.1	Suministro del sistema del imán	19
3.2	Dimensiones para el transporte a la sala del imán	20
3.3	Plataforma de transporte del equipo	25
4	Altura del techo	27
4.1	Introducción	27
	Requisitos de altura del techo	28
	Cajas de techo (Falso techo)	30
5	Distribución de la sala.....	31
5.1	Introducción	31
5.2	Planificación del suelo	32
	Ubicación del imán	34
	Plataformas del imán	34
	Fosos	35
	Ubicación de las consolas	36
	Ubicación de la mesa de trabajo	36
5.3	Límites del campo residual	37
5.4	Peso del equipo	40
5.5	Ubicación de otros accesorios estándar de RMN	40
	Micro imagen, consolas de alta potencia	40
	Cambiador automático de muestra.	40

	Unidad de refrigeración: B-CU 05	40
	LC RMN/MS.	41
	Manipulador de líquidos Gilson	41
	SampleRail™	41
	Cryoprobe™	42
6	Accesos de servicio y ventilación	47
6.1	Requisitos de acceso de servicio	47
6.2	Requisitos de ventilación	48
	Normas generales de seguridad referentes a ventilación	49
	Acumulación de Helio	49
6.3	Ventilación de emergencia durante la instalación del imán y en caso de quench	49
6.4	Extracción de gases de emergencia	52
	Soluciones de extracción activa	52
	Soluciones de extracción pasiva	52
	Tuberías de quench	53
	Extracción de gases del foso del imán	54
	Aire acondicionado como extractor	54
6.5	Monitor de oxígeno y sensores de nivel	54
6.6	Aire acondicionado	55
	Cambios de la presión atmosférica	56
7	Suelo y cimentación	57
7.1	Introducción	57
	Capacidad mínima del suelo	57
	Situación del imán respecto de las estructuras del suelo y de cimentación 7.1.2	59
	Tipos de suelo	59
	Descarga electrostática (ESD)	59
	Control de ESD	60
	Factores externos que afectan al suelo y a la cimentación .	
	61
8	Vibraciones	63
8.1	Introducción	63
8.2	Efecto de las vibraciones	63
8.3	Fuentes de vibraciones	64
8.4	Medida de las vibraciones en el lugar de ubicación	64
8.5	Medidas para amortiguar las vibraciones	65
	Plataformas antivibraciones	66
	Amortiguadores neumáticos	66
	Postes aislantes de vibración (VIP)	68
	Directrices	70
	Interpretación de los resultados de los análisis de vibración:	70
	Valor umbral:	70
	Aceleraciones esperadas en el imán:	70
	Factor de transmisibilidad:	70
	Notas:	71

9	Entorno magnético	73
9.1	Introducción	73
	Presencia de materiales ferromagnéticos	73
	Requisitos mínimos	74
	Distribución de hierro estático:	74
	Material magnético movable:	74
	Entorno aceptable	74
	Objetos estáticos	74
	Objetos movibles.	74
10	Interferencias electromagnéticas.....	77
10.1	Visión general	77
	Efectos de las interferencias electromagnéticas	77
	Fuentes de interferencia electromagnética	77
	Tipos de interferencia EMF	77
10.2	Interferencias DC	78
	Medida de los campos fluctuantes DC	78
	Directrices: Interferencias DC	78
	Reducción de interferencias DC	79
10.3	Interferencias de 50/60 Hz	79
	Medida de los campos fluctuantes de 50/60 Hz	80
	Directrices: Interferencias de 50/60 Hz	80
	Reducción de interferencias de 50/60 Hz	80
10.4	Interferencias RF	80
	Medida de los campos fluctuantes RF	81
	Directrices: Interferencias RF	81
	Reducción de interferencias RF	82
10.5	Directrices: Referencia digital BSMS	82
10.6	Espectrómetros de masas	83
11	Mantenimiento de criogénicos e imán	85
11.1	Propiedades generales de las sustancias criogénicas	85
11.2	Introducción al mantenimiento del imán	86
11.3	Almacenamiento de líquidos criogénicos	87
	Nitrógeno líquido	87
	Helio líquido	87
	Balas de gases	87
	Dewars	88
	Dewar de nitrógeno líquido:	89
	Presión máxima de transferencia:	90
	Dewar de helio líquido:	90
11.4	Resumen de líquidos criogénicos y de su relleno	90
12	Servicios	91
12.1	Requisitos de corriente eléctrica	91
	Consola de dos cuerpos (TwoBay) con accesorio de sólidos 600/700 MHz	92
	CP MAS	92
	Estabilizadores de voltaje	93
	UPS	93

	Nota:	94
12.2	Requisitos del suministro de gases comprimidos	94
	Nitrógeno vs aire comprimido	95
	Separadores de nitrógeno(N2)	96
	Como funciona el separador	96
	Calidad del aire	98
	Especificaciones	98
	Contenido en aceite	98
	Contenido en agua	98
	Impurezas sólidas	99
	Compresores	99
	Secadores	100
	Secadores por absorción	101
	Ventajas	101
	Inconvenientes	101
	Secadores por refrigeración	101
	Ventajas	101
	Inconvenientes	102
	Filtros	102
12.3	Iluminación	103
13	Misceláneas	105
13.1	Electricidad estática	105
	Correas electrostáticas	105
	Suelo electrostático	106
13.2	Otras consideraciones	106
14	Instalación	107
14.1	Introducción	107
14.2	Visión general	107
14.3	Accesibilidad	108
14.4	Lista de comprobación de los requisitos de la instalación	108
14.5	Procedimientos de instalación	109
	Montaje del imán	109
	Altura mínima del garfio de montaje	109
	Realización de vacío en el imán y lavado con nitrógeno gas	111
	Enfriamiento del imán a las temperaturas del nitrógeno líquido	112
	Enfriamiento del imán a las temperaturas del helio líquido	112
	Cargado del imán	112
	Nota	113
A	Ejemplos de Distribuciones de sala	115
A.1	Introducción	115
A.2	Ejemplo de distribución para AVACE 300 MHz / 54 mm ...	116
A.3	Ejemplo de distribución para AVANCE 500/MHz / 54mm ..	117
A.4	Ejemplo de distribución para AVANCE 700/MHz / 54mm ..	118

B	Planes de emergencia	119
B.1	General	119
B.2	Lista de teléfonos de contacto de emergencia	120
B.3	Formación del personal	121
	Valor MWC	122
B.4	Notificación al departamento de bomberos	123
B.5	Emergencias médicas	124
	Figuras	125
	Tablas	127
	Índice alfabético	129

Introducción

1

General

1.1

La precisión netamente superior de la generación y el procesamiento de señales totalmente digitales ha sido introducida y establecida por las series de equipos precedentes de espectrómetros de RMN AVANCE™ de Bruker BioSpin. Con esta ventaja digital, las series AVANCE™ cumplen estándares revolucionarios de funcionamiento, fiabilidad a largo plazo y facilidad de uso, bien para aplicaciones de rutina o para las más exigentes de investigación.

Por su avanzado diseño modular, el AVANCE™ puede configurarse óptimamente para cualquier aplicación moderna: del trabajo de analítica clásico a la más exigente proteómica estructural; de la investigación de alto rendimiento a la RMN de sólidos de alta potencia a la microimagen. Dependiendo de las técnicas requeridas y del espacio disponible de laboratorio, el AVANCE™ puede suministrarse en una variedad de configuraciones que abarca desde un sistema micro-bay de huella mínima (para aplicaciones que utilizan uno, dos o tres canales de frecuencia) hasta un equipo de tres cabinas completamente equipado para RMN de sólidos de alta potencia con cuatro o más canales.

Como usar este manual

1.1.1

Este manual contiene información acerca de la planificación y preparación del lugar de ubicación, antes de la entrega del sistema Bruker BioSpin AVANCE™. Después de leer este manual, debe tener información suficiente para tomar las decisiones iniciales acerca de si el lugar propuesto es idóneo para la colocación de un espectrómetro AVANCE™ y del imán. Debe leer cuidadosamente este manual, ya que puede ser costoso remediar en el último momento los errores cometidos inicialmente.

Los sistemas recogidos por este manual son los espectrómetros AVANCE™ en el rango de 300 – 700 MHz. **Para sistemas de 750, 800 y 900 MHz hay disponible un manual independiente.**

Si está considerando la adquisición de un Sistema de Criosonda, solicite una copia de nuestra última **Guía de planificación de locales para Sistemas de Criosonda.**

Los capítulos 1-14 recogen los distintos puntos que hay que considerar para un óptimo funcionamiento del sistema. Estos temas se han incluido para familiarizarle con los principios generales de una optima planificación del sitio elegido.

El Apéndice A incluye algunos ejemplos de distribuciones de una sala de muestra para sistemas AVANCE™ de 300 – 700 MHz. El Apéndice B contiene información sobre la planificación de emergencias que le ayudará en la elaboración de un **Plan de emergencias** para su laboratorio.

Si tiene alguna pregunta específica, inténtelo usando las secciones “**Índice**” o “**Índice alfabético**” de este manual.

Introducción

Para preguntas particulares que no estén incluidas en este manual, o para información adicional sobre alguna cuestión, el cliente no debe vacilar en ponerse en contacto con la oficina local de Bruker BioSpin.

Unidades utilizadas en este manual

1.1.2

La unidad del SI **Tesla** (mT), se usa a lo largo de este manual siempre que se trate de intensidades del campo magnético. Sin embargo, algunos lectores pueden estar más familiarizados con la unidad **Gauss** (G).

Para compararlas, el factor de conversión es: **1 mT = 10 G**

Igualmente, la unidad **kilowatio / hora (kW/h)** se usa para medir la energía calorífica (p. e. cantidad de calor generado por un dispositivo por hora). Algunos lectores pueden estar más familiarizados con esta medida en **BTU/hora**

Para compararlas, el factor de conversión es: **1 BTU/hora = 0.000293 kW/h**

(BTU = Unidad térmica inglesa que es el calor requerido para elevar la temperatura de 1 libra de H₂O en 1 grado Fahrenheit)

Si usted está ubicado en USA, por favor, solicite la versión USA de este manual, que incluye las medidas en estándares americanas



Las recomendaciones respecto a la planificación del lugar están basadas en la experiencia adquirida por los ingenieros de Bruker BioSpin en el transcurso de los años. Se han hecho todos los esfuerzos posibles, para presentar los requisitos del sitio realistas y fácilmente alcanzables. Sin embargo, debe hacerse hincapié en que las **figuras propuestas solo son recomendaciones**. Igualmente, cualquiera de los valores de funcionamiento usados son **valores mínimos que deberían ser fácilmente alcanzables por todo sistema**. Predecir el funcionamiento de RMN es complicado por el hecho de que cada sitio es único. Este manual ha sido escrito para ayudarle a planificar el lugar de ubicación del equipo, pero no garantiza las prestaciones finales del RMN.



Aunque se han hecho todos los esfuerzos posibles para asegurar que la información contenida en este manual es exacta, Bruker BioSpin no acepta responsabilidades de pérdidas o daños producidos como consecuencia de su uso. Las especificaciones están sujetas a cambios y en los casos en que un valor (por ejemplo, altura del techo) está próximo al mínimo recomendado, debe comprobarlo con Bruker BioSpin antes del suministro del equipo.

Los imanes superconductores pueden manejarse con completa seguridad siempre que se cumplan los procedimientos correctos, sin embargo la negligencia en su cumplimiento puede provocar accidentes serios.

La seguridad es una consideración importante en la planificación del lugar de ubicación, ya que el cliente debe asegurar que el sitio es suficientemente espacioso para permitir un funcionamiento seguro y confortable.

Garantizar la seguridad en el laboratorio de RMN y cumplir la normativa de seguridad local, es únicamente responsabilidad de nuestros clientes. Bruker BioSpin no se responsabiliza de cualquier perjuicio o daño producido por una distribución de la sala o unas rutinas de funcionamiento inadecuadas.

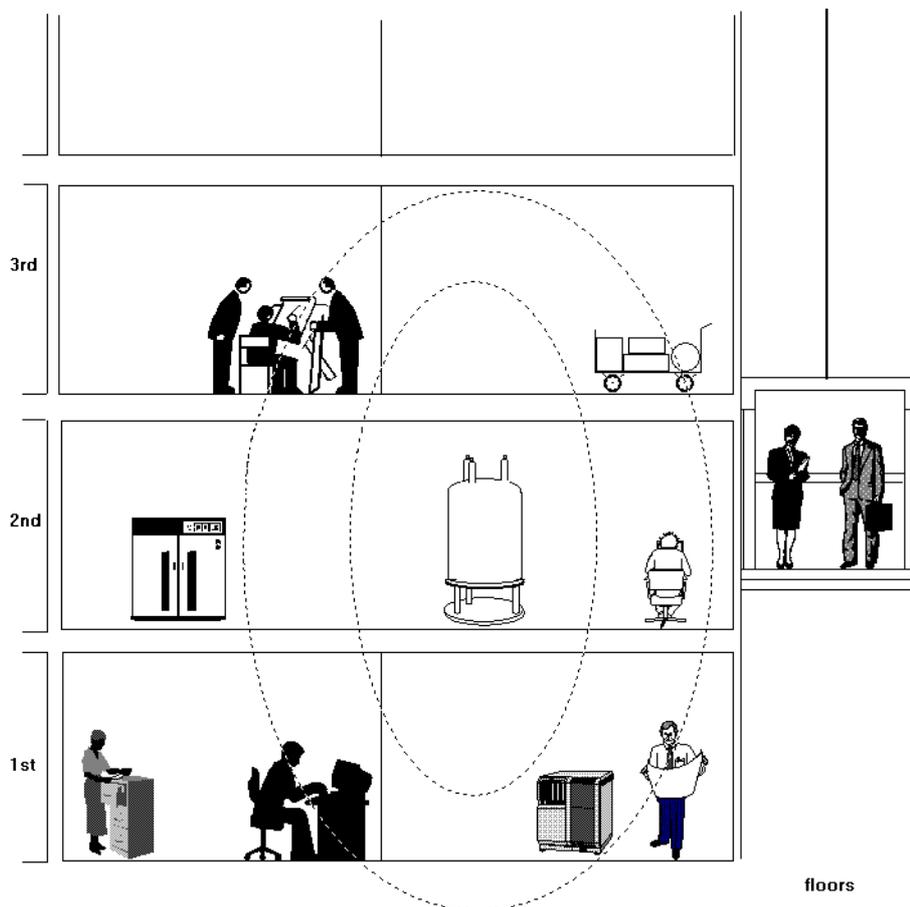
El imán es potencialmente peligroso debido a:

1. El efecto del campo magnético en personas que llevan implantes médicos (ver sección **2.1.1**)
2. La gran fuerza de atracción que ejerce sobre los objetos metálicos (ver sección **2.1.2**)
3. El efecto que los campos magnéticos ejercen sobre ciertos equipos (ver sección **2.1.4**)
4. El gran contenido de líquidos criogénicos (ver sección **2.1.5**)

El campo magnético circunda al imán en todas las direcciones. Este campo (conocido como campo residual) es invisible y por tanto necesita el empleo de signos de advertencia en las áreas próximas al imán. La extensión del campo residual dependerá del imán, a mayor frecuencia y mayor apertura (Estándar, Wide, SuperWide), mayor es el campo residual. Debe saber que el campo residual existe en las tres dimensiones, y a menudo es mayor en el plano vertical que en el horizontal. Ya que el campo residual traspasa paredes, techos y suelos, recuerde tener en consideración al personal y equipos situados en los pisos inmediatamente superior e inferior, así como en las puertas colindantes con el imán (remítase a la **Figura 2.1.**)

Figura 2.1. Consideraciones a tener en cuenta en el lugar del imán: Personal, equipamiento

Tenga en consideración al personal y equipos situados en los pisos superior e inferior, así como en las puertas colindantes con el imán



Observe que el campo residual es mayor en la dirección vertical que en la horizontal.

Implantes médicos y quirúrgicos

2.1.1

El funcionamiento de los implantes médicos electrónicos, eléctricos o mecánicos, como marcapasos cardíacos, bioestimuladores y neuroestimuladores pueden verse afectados o incluso pararse en presencia de campos magnéticos estáticos o fluctuantes.

No todos los marcapasos responden del mismo modo o a la misma intensidad de campo si se exponen a campos superiores a 0,5 mT (5 G).



La línea de 0,5 mT (5 G) representa un límite de seguridad adecuado para los dispositivos médicos. Sin embargo, ¡normalmente a las personas portadoras de dispositivos médicos, no se les debe permitir estar en la sala del imán!. Bajo ninguna circunstancia debe permitirse acercarse al imán a personas que lleven marcapasos cardiacos. El cliente debe asegurar que las áreas en las que el campo magnético excede de 0,5 mT (5 G) no están abiertas al público.

Además de los implantes electrónicos, eléctricos o mecánicos, otros implantes quirúrgicos como grapas de aneurisma, grapas quirúrgicas o prótesis pueden contener materiales ferromagnéticos y por lo tanto estar sujetos a intensas fuerzas de atracción cerca de los sistemas de RMN, que pueden resultar en daños o muerte.

En la proximidad de campos rápidamente cambiantes (por ejemplo, campos de gradiente de pulsos), las corrientes en remolinos (eddy) pueden ser inducidas en el implante, lo que puede provocar generación de calor y una posible situación de amenaza contra la vida.

La columna 5 de las [Tabla 5.3.](#) y la columna 6 de la [Tabla 5.4.](#), muestra hasta que distancia del centro del imán se extiende el campo residual de 0,5 mT (5 G) para un rango de imanes diferentes. Ponga signos de advertencia para avisar de la presencia de campos magnéticos y de sus peligros potenciales en todos los puntos de acceso a la región de 0,5 mT (5 G). Estos signos de advertencia ([Figura 2.2.](#)) se suministran normalmente con el imán o pueden obtenerse de Bruker BioSpin.

Figura 2.2. Típicos signos de advertencia necesarios en el área del imán



Fuerzas de atracción

2.1.2

Pueden ejercerse grandes fuerzas de atracción sobre los objetos ferromagnéticos que se lleven cerca del imán. Cuanto más cerca del imán y mayor masa, mayor será la fuerza de atracción. La fuerza de atracción puede llegar a ser lo suficientemente grande como para mover objetos incontroladamente hacia el imán.

Una cadena de plástico rodeando el imán es un modo muy simple, pero eficaz, de asegurar que no se llevan objetos metálicos demasiado cerca del imán

El límite de seguridad recomendado para objetos magnéticos grandes, que pueden ser fácilmente movidos (p. e. sillas, balas de gas, carritos de mano) es de 0,5 mT (5 G). No se recomienda el uso de sillas metálicas en la sala del imán.



Las balas de gas (conteniendo por ejemplo, nitrógeno y helio gaseoso) deben guardarse fuera de la sala del imán. Si las balas deben situarse en la sala del imán, deben situarse tan lejos como sea posible del imán y fijarse debidamente a la pared. No deje que pequeños objetos metálicos como destornilladores, tuercas, tornillos, etc., permanezcan en el suelo cerca del imán

Los dewars de helio y nitrógeno líquido se llevan normalmente cerca del imán cuando se rellenan los niveles de líquidos criogénicos. **Estos dewars deben estar hechos de un material no magnético. ¡Cualquier escalera utilizada para trabajar en el imán debe estar realizada de un material no magnético como aluminio o madera!**

Efectos del campo magnético sobre el personal

2.1.3

Se han realizado estudios sobre los efectos en el personal de los campos magnéticos a largo plazo. La Organización de estándares Suizos SUVA define el valor MWC (Maximun Workstation Concentration) (Concentración Máxima en el puesto de trabajo) como:

“La concentración media máxima tolerable de una sustancia en el aire en forma de gas, polvo o vapor, en base al conocimiento actual, durante el trabajo de 8 horas diarias hasta 42 horas semanales, en un largo periodo de tiempo, sin poner en riesgo la salud de una persona normal.

Como norma, el puesto de trabajo (por ejemplo, estación de trabajo, área de preparación de muestra, etc.) debe estar situado fuera de la línea de **0,5 mT (5 G)**. Para información adicional sobre los límites de campos magnéticos aceptables, contacte con las autoridades sanitarias de su país o con su oficina local de Bruker.

Efectos del campo magnético sobre los equipos

2.1.4

Diversos equipos se ven afectados por el imán y deben situarse fuera de los límites especificados en la siguiente sección (ver [Tabla 5.3.](#) y [Tabla 5.4.](#) para las distancias correspondientes de los campos residuales) Por comparación el campo magnético de la tierra es de 0,05 mT (0,5 G)

Tabla 2.1. Efecto de los campos magnéticos sobre los equipos

Distancia del campo residual	Equipo	Efectos
5 mT (50 G)	Alimentador de corriente del imán, Amplificador de potencia RF	Los transformadores eléctricos que son un componente de muchos dispositivos eléctricos pueden llegar a saturarse magnéticamente en campos superiores a los 50 G (5 mT). También pueden verse afectadas las características de seguridad de los mismos.
2 mT (20 G)	Material de almacenamiento magnético, p. e. cintas	La información almacenada en cintas puede destruirse o dañarse.
1 mT (10 G)	Ordenadores, tubos de rayos X, tarjetas de crédito, tarjetas bancarias, relojes de bolsillo, relojes, cámaras.	La información almacenada magnéticamente en ordenadores, tarjetas de crédito puede dañarse en presencia de campos mayores de 1 mT (10 G). Dispositivos mecánicos pequeños, como relojes o cámaras pueden dañarse irreparablemente (Los relojes digitales pueden usarse con seguridad)
0,5 mT (5 G)	Tubos de rayos catódicos, pantallas monocromas de ordenador.	Campos magnéticos mayores de 0,5 mT (5 G) pueden desviar el haz de electrones produciendo una distorsión de la pantalla de visualización
0,2 mT (2 G)	Pantallas a color de ordenador	Las pantallas a color son más sensibles a la distorsión que las monocromáticas. El umbral de la intensidad del campo exacto al que la pantalla se distorsiona dependerá del apantallamiento y de la orientación relativa con respecto al imán (ver "Distribución de la sala")
0,1 mT (1 G)	Solo se verán afectados dispositivos electrónicos muy sensibles como intensificadores de imagen, cámaras nucleares y microscopios electrónicos.	

Criogénicos

2.1.5

Los imanes superconductores utilizan helio y nitrógeno líquido como agentes de refrigeración, manteniendo el núcleo del imán a muy bajas temperaturas. Los líquidos criogénicos pueden manipularse fácilmente y con seguridad si se siguen unas ciertas precauciones. La manipulación segura de los líquidos criogénicos requiere algunos conocimientos de las propiedades físicas de estos líquidos, sentido común y conocimiento suficiente para predecir las reacciones de estos líquidos bajo ciertas condiciones físicas. Estos líquidos expanden su volumen por un factor de 700 cuando se evaporan y se les permite calentar a temperatura ambiente.

Los gases son atóxicos y completamente inofensivos siempre que se disponga de una ventilación adecuada para evitar la asfixia. Durante el funcionamiento normal solo se evaporan 3-5 m³ / día de nitrógeno, pero durante un quench ("**Ventilación de emergencia durante la instalación del imán y en caso de quench**") se producen 50 – 100 m³ de helio en un corto periodo de tiempo.

Remítase al capítulo "**Mantenimiento de criogénicos e imán**" para más información sobre manipulación de líquidos criogénicos y criogenia.

Seguridad durante el relleno criogénico

El relleno de los niveles de helio y nitrógeno líquido dentro del imán es realmente el único servicio de mantenimiento necesario en el imán. Esto debe tenerse en cuenta en la etapa de planificación del sitio, para garantizar que se pueden seguir unos procedimientos de seguridad adecuados cuando se manipulen los líquidos criogénicos:



Extracción de emergencia

1. Cuando rellene los niveles de criogénicos, debe llevarse cerca de imán un vaso dewar grande. Asegúrese de que la sala del imán tiene espacio suficiente para permitir un fácil acceso del dewar. Si no se usa una plataforma, debe haber también espacio suficiente para una escalera. Como regla empírica, el imán debe ser accesible desde una distancia de 2 metros sobre al menos la mitad de su circunferencia y no debe estar más cerca de 0,77 m de la pared más próxima (ver **Figura 6.1**).
2. Todos los imanes liberan gases del helio y nitrógeno evaporados. Debe disponerse de una ventilación adecuada, incluso a pesar de que estos gases no son tóxicos. (Remítase al capítulo "**Accesos de servicio y ventilación**" en la **página 47**). El imán nunca debe colocarse en una sala hermética. Incluso en el caso de un **quench**, donde la sala puede llenarse súbitamente con los gases evaporados, las puertas y ventanas proporcionarán ventilación suficiente. La puerta debe ser accesible desde todas las partes de la sala del imán y debería abrir hacia fuera para evitar situaciones de peligro después de un quench (si la sala es demasiado pequeña y se alcanza rápidamente una sobrepresión, la puerta puede bloquearse si esta abre hacia dentro). Para salas pequeñas es altamente recomendable instalar tuberías de extracción gases para el caso de quench (para más información, remítase a "**Ventilación de emergencia durante la instalación del imán y en caso de quench**" en la **página 49**)
3. Cuando se usa un foso ("**Fosos**" en la **página 35**) es particularmente importante disponer de ventilación adicional, ya que puede llenarse de gas durante el relleno. Debería también instalarse un monitor de nivel de oxígeno (remítase a la sección "**Monitor de oxígeno y sensores de nivel**" en la **página 54**).

Figura 2.3. Figura 2.3 Disponga de ventilación adecuada durante el relleno



1. También deben planificarse lugares de almacenamiento ventilados para los dewars de nitrógeno y helio líquido. Los dewars más modernos no están fabricados de material magnético, si tiene dewars de los antiguos, fabricados con materiales metálicos, que puedan ser atraídos por el imán, deben guardarse fuera de la sala del imán.
2. Es altamente recomendado que las balas de gas se guarden fuera de la sala del imán. Si deben guardarse en la sala del imán deben estar aseguradas a la pared y tan lejos del imán como sea posible.
3. Debe ponerse especial atención si se necesita transportar los líquidos criogénicos en ascensor (No debe permitirse a nadie estar en un ascensor con un dewar conteniendo material criogénico)

Otros aspectos no relacionados con la seguridad sobre el suministro de líquidos criogénicos a considerar en la planificación del sitio se detallarán en el capítulo **"Mantenimiento de criogénicos e imán" en la página 85.**

Procedimientos de seguridad recomendados

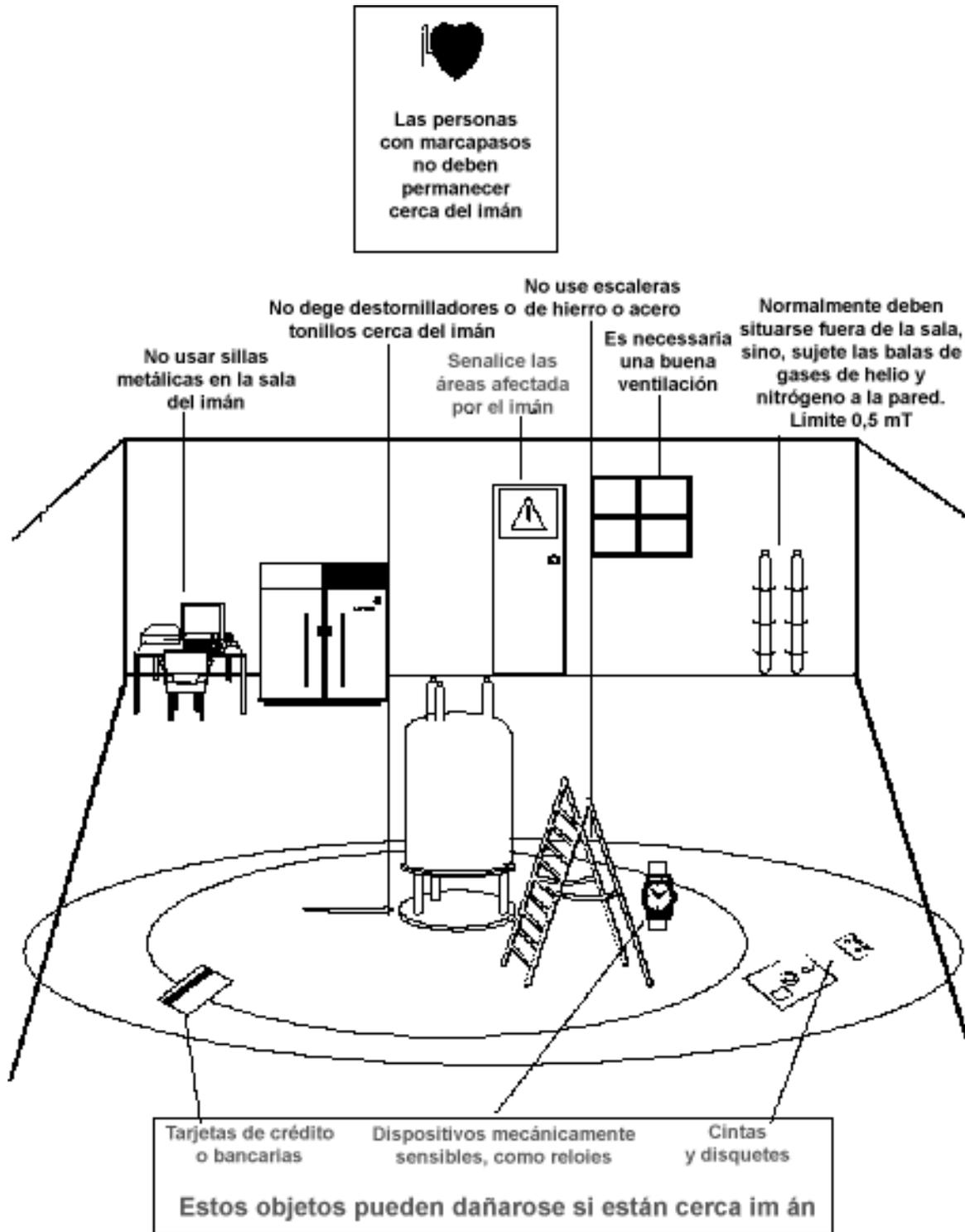
2.2

Cuando planifique el lugar de ubicación para un nuevo sistema AVANCE™, la primera consideración siempre debe ser la seguridad. Con esto en mente, se recomiendan los procedimientos siguientes:

1. Remítase a las **Tabla 5.3** y **Tabla 5.4**, para ver la extensión del campo magnético residual asociado al tipo de imán que ha pedido.
2. Determine la posición de la línea de 0,5 mT (5 G) (zona de exclusión médica) en relación con la ubicación propuesta para el imán. No olvide que el campo residual existe en las tres dimensiones. Tome todas las precauciones para asegurar que el público en general, no tiene exposición a campos mayores de 0,5 mT (5 G). Aparte de colocar las señales de advertencia adecuadas, necesita limitar el acceso por medio de puertas de bloqueo u otras barreras idóneas tal como cadenas de plástico, etc. Generalmente, **el acceso a la sala del imán solo debería permitirse a personal entrenado**.
3. Generalmente, no deben colocarse en la sala del imán pesados objetos magnéticos movibles, por ejemplo, muebles, balas de gases u otros objetos de metal. En cualquier caso, es crítico que estos objetos permanezcan fuera de la zona de 0,5 mT (5 G).
4. Asegúrese de que el sitio es suficientemente espacioso de modo que los dewars que contienen líquidos criogénicos puedan meterse y sacarse fácilmente de la sala del imán. Compruebe que hay espacio suficiente para trabajar en el alrededor inmediato al imán.
5. Haga un inventario del equipamiento que puede verse afectado por el campo residual en el laboratorio mismo de RMN y en las salas adyacentes.
6. Asegúrese de que todo el personal relevante está adecuadamente informado de los peligros potenciales de los imanes superconductores (para más información remítase a **"Planificación de emergencias" en la página 17**). Debe incluirse al personal que trabaja en las salas contiguas, así como al personal de limpieza y seguridad. Cuando personal que no está relacionado con la RMN accede a la sala del imán, siempre debería estar presente algún miembro del personal de RMN por si hubiera algún problema. En la sala de RMN debería haber siempre puesto un cartel con un número de teléfono de contacto para estos casos (preferiblemente cerca del teléfono).
7. Coloque la mesa de trabajo, la consola y el imán, de modo que la gente pueda acceder a la mesa de trabajo sin tener que atravesar la zona de campo de 0,5 mT (5 G).
8. Disponga un sistema de extracción de emergencia que suministre la ventilación adecuada de los gases criogénicos en el caso de **quench del imán**. Por favor, tenga en cuenta que los gases criogénicos se evaporan con un incremento en su volumen de aproximadamente 700 veces mayor que en estado líquido. (Para más información, remítase a **"Ventilación de emergencia durante la instalación del imán y en caso de quench" en la página 49**.)

Para información adicional sobre seguridad, remítase al documento de Bruker BioSpin **"Condiciones generales de seguridad para la instalación y funcionamiento de imanes superconductores"** disponible a través de su representante de Bruker.

Figura 2.4. *Figura 2.4 Consideraciones generales de seguridad*



Planificación de emergencias

2.3

Debido a los fuertes campos magnéticos y a la presencia de líquidos criogénicos cuando se usan sistemas de RMN, es importante definir y comunicar que hacer

en caso de que se produzcan problemas o una emergencia. Un **Plan de emergencia** puede definirse como un conjunto documentado de instrucciones sobre lo que se debe de hacer si se produce algún problema. A menudo, los planes de emergencia se definen como parte del SOP (Standar Operation Procedure,) (PNT Procedimiento Normalizado de Trabajo), o como un documento independiente. En cualquier caso, cada laboratorio de RMN debe tener un Plan de emergencia en vigor en caso de problemas o emergencias.

El Plan de emergencia debe constar **al menos** de las siguientes secciones:

1. Lista de contactos de emergencia
2. Instrucciones para los empleados y los trabajadores externos
3. Instrucciones sobre la notificación a los bomberos
4. Información sobre asistencia en emergencias médicas

Como cada organización tiene sus políticas y procedimientos propios, así como distinta distribución del laboratorio, el plan de emergencia debe definirse individualmente para cada laboratorio según sea apropiado. En el **"Planes de emergencia" en la página 119** se indican algunas directrices generales para realizar un Plan de emergencia

Seguridad frente a seísmos

2.4

En las regiones donde existe riesgo potencial de terremotos, hay que tomar medidas adicionales para reducir los movimientos del personal o daños en el mobiliario por el movimiento o la inclinación del imán.

Muchos países o regiones tienen normativa documental, incluyendo códigos de edificación concerniente a los terremotos. Antes de instalar un sistema de imán, es altamente recomendable, que compruebe con sus autoridades locales o si dentro de su área existe la predisposición para los terremotos y si hay alguna legislación al respecto.

Si su área está considerada como área de terremotos, hay disponibles diversas medidas o plataformas para absorber los temblores de tierra y reducir la probabilidad de daño durante un terremoto. Por favor, para más información contacte con Bruker sobre el equipamiento de seguridad contra terremotos.

Cuando se planea la descarga del imán en el lugar de recepción, deben considerarse los siguientes factores:

- El **peso de transporte** (*Tabla 3.4.*) y el tamaño del sistema del imán y de la caja de embalaje (*Tabla 3.2.*). Estos factores se tendrán en cuenta en la elección de la carretilla elevadora, la grúa para levantarlo u otras plataformas necesarias para la descarga del imán.
- La **altura del muelle de descarga** en relación con la sala de RMN. Esto determinará la necesidad de una grúa, o si es necesario un montacargas para mover el imán desde el muelle de entrega de la carga hasta la sala de RMN. El tamaño de la grúa dependerá del peso de transporte del sistema del imán y la consola.
- La **capacidad de soporte de carga** del muelle de descarga. Por favor, remítase a la *Tabla 3.4.* y *Tabla 3.5.* para los pesos de transporte de sistema del imán y accesorios.
- El **tamaño y amplitud** del muelle de descarga. Esto influirá en la elección de la carretilla elevadora, grúa u otras plataformas necesarias para descargar las cajas de embalaje del imán y el sistema.
- El sistema del imán se descarga del camión de transporte y se coloca en el suelo o en el muelle de descarga para desembalarlo. Las cajas de embalaje deben moverse en posición vertical, utilizando una carretilla elevadora, un transportador de plataformas, o un deslizador de aire (ver abajo). El deslizador de aire necesitará un compresor de aire potente capaz de suministrar 1.72 bar (25 psi) a ca. 2 metros cúbicos / minuto
- La consola debe también moverse en posición vertical usando una carretilla elevadora o un transportador de plataformas.

Figura 3.1. *Moviendo el imán con un deslizador de aire a través de la puerta del laboratorio*



Dimensiones para el transporte a la sala del imán

3.2

Antes del suministro debe asegurarse de que el lugar de ubicación tiene los accesos adecuados para la entrega del sistema e imán. Algunas consolas y todos los imanes se envían en cajas de embalaje. La **Tabla 3.2**, indica las dimensiones de las cajas en las que se envían los espectrómetros. Si fuera necesario desembalar el sistema también se dan las medidas mínimas correspondientes de las puertas. En último caso el sistema puede colocarse, para el transporte, en una carretilla elevadora de paletas. Deben considerarse los siguientes factores:

- Debe comprobarse la amplitud del acceso (altura y anchura) y la capacidad de carga del suelo a lo largo de todo el recorrido que tiene que hacerse con el imán y la consola desde el muelle de entrega hasta la sala de RMN.
- La capacidad del elevador y sus dimensiones, si es necesario
- El transporte también se verá afectado por el nivel del suelo y la presencia de umbrales (antepechos) en las puertas y escalones. Cuando use un deslizador de aire ponga chapas niveladoras de metal para atravesar los lugares donde el suelo es irregular, como en las grietas y juntas de las puertas.

Nota: Debe observarse en las siguientes tablas que las plataformas están integradas en la caja de embalaje

Dimensiones para el transporte a la sala del imán

Tabla 3.1. Anchura, altura y tamaño de la caja de embalaje de transporte del espectrómetro

Sistema del espectrómetro (caja del espectrómetro)	Tamaño de la caja (m)			Dimensiones (m) para el transporte a la sala del imán			
	Largo	Ancho	Alto	Anchura con caja ¹	Anchura sin caja ¹	Altura con caja y carretilla elevadora ²	Altura sin caja (solo tapa y laterales) con carretilla elevadora ²
AVANCE OneBay	1.00	0.92	1.53	1.02	0.71	1.66	1.46
AVANCE para sólidos	1.54	1.03	1.78	1.05	0.82	1.90	1.71
AVANCE Standard	1.54	1.03	1.54	1.05	0.82	1.67	1.46
AVANCE MicroBay	1.01	0.83	1.16	0.85	0.71	1.19	1.13

¹ Anchura de transporte = anchura indicada + mínimo 1 cm de margen a cada lado. Estas son las anchuras si la consola se introduce longitudinalmente por la entrada.

² Altura de transporte = altura indicada + 1 cm de margen en la parte superior + 2 cm mínimo para la carretilla elevadora.. La altura dependerá de cuanto necesite elevarse el espectrómetro para salvar cualquier irregularidad del suelo (p.e., grietas)

Tabla 3.2. Dimensiones de la caja de envío y altura de transporte del imán

Sistema del imán (caja del imán)	Tamaño de la caja (m)			Dimensiones (m) para el transporte a la sala del imán		
	Largo	Ancho	Alto	Anchura de transporte sin caja	Altura de transporte sin caja (solo tapa y laterales) con carretilla elevadora	Altura de transporte sin caja, con carretilla elevadora
300 MHz/54 mm US LH	0.91	0.91	1.59	0.72	1.13	1.36
300 MHz/54 mm US ULH	0.91	0.91	1.97	0.72	1.47	1.80
300 MHz/89 mm US LH	0.91	0.91	1.97	0.72	1.52	1.75
400 MHz/54 mm US LH	0.91	0.91	1.97	0.72	1.47	1.70
400 MHz/54 mm US ULH	0.91	0.91	2.05	0.72	1.69	1.92
400 MHz/89 mm US LH	0.91	0.91	1.97	0.72	1.61	1.84
500 MHz/54 mm US LH	0.91	0.91	1.97	0.80	1.50	1.76
500 MHz/89 mm US LH	1.40	1.40	2.05	1.10	1.86	2.04

Transporte y envío

Tabla 3.2. Dimensiones de la caja de envío y altura de transporte del imán

600 MHz/54 mm US LH	1.01	0.99	2.05	0.91	1.74	1.89
600 MHz/89 mm US LH	1.60	1.60	2.18	1.37	1.91	2.12

Tabla 3.3. Dimensiones de la caja de envío y altura de transporte del imán

Sistema del imán (caja del imán)	Tamaño de la caja (m)			Dimensiones (m) para el transporte a la sala del imán		
	Largo	Ancho	Alto	Anchura de transporte sin caja	Altura de transporte sin caja (solo tapa y laterales) con carretilla elevadora	Altura de transporte sin caja, con carretilla elevadora
700 MHz/54 mm US LH	1.60	1.60	2.18	1.37	1.91	2.12

LH= Long Hold, ULH= Ultra Long Hold, US= UltraShield™

Para información sobre otros imanes no incluidos en esta tabla, contacte con su oficina de Bruker Bio-Spin

Nota: En las alturas listadas con carretilla elevadora de palas se asume que el suelo está nivelado, de modo que el imán solo necesita elevarse aproximadamente 2 cm para el transporte. Si el suelo no está nivelado, puede ser necesario elevar el imán acordemente, lo que puede añadir tanto como 10 – 15 cm a la altura de transporte.

Tabla 3.4. Dimensiones y altura de transporte de las cajas de la plataforma del imán y accesorios

Plataforma del imán y accesorios	Tamaño de la caja de accesorios – incluida plataforma (m), si es aplicable		
	Largo	Ancho	Alto
300 MHz/54 mm US ULH	0,91	0,91	1,59
300 MHz/54 mm US LH	0,91	0,91	
300 MHz/89 mm US LH	0,91	0,91	1,97
400 MHz/54 mm US LH	0,91	0,91	1,97
400 MHz/54 mm US ULH	0,91	0,91	2,05
400 MHz/89 mm US LH	0,91	0,91	1,97
500 MHz/54 mm US LH (2 cajas)	1.15 Plataforma 1.72 Accesorios	0.77 Plataforma 0.52 Accesorios	0.34 Plataforma 0.34 Accesorios
500 MHz/89 mm US LH	1.43	0.98	1.16

Incluido en la caja de embalaje del imán

Dimensiones para el transporte a la sala del imán

Tabla 3.4. Dimensiones y altura de transporte de las cajas de la plataforma del imán y accesorios

600 MHz/54 mm US LH	1.33	0.82	0.73
600 MHz/89 mm US LH	1.57	1.07	1.26
700 MHz/54 mm US LH	1.57	1.07	1.26
<p>LH= Long Hold, US= UltraShield™</p> <p>Las plataformas de transporte están incluidas en el embalaje. Añada 2 – 10 cm para la carretilla elevadora en función de la calidad del suelo. Deje al menos 1 cm de margen a los lados y en la parte superior del imán</p> <p>Para más información sobre otros imanes no incluidos en la tabla, contacte con su oficina de Bruker BioSpin.</p>			

Tabla 3.5. Pesos de transporte del imán y accesorios

Tipo de imán	Peso del imán con caja (Kg)	Peso del imán sin caja & plataforma (Kg)	Peso del imán vacío con la plataforma del imán (Kg)	Peso del imán lleno con la plataforma del imán (Kg)	Peso de los accesorios
300 MHz/54 mm US LH	332	205	242	310	Incluido en la caja del imán
300 MHz/54 mm US ULH	386	261	298	379	Incluido en la caja del imán
300 MHz/89 mm US LH	463	231	375	434	Incluido en la caja del imán
400 MHz/54 mm US LH	474	323	386	464	Incluido en la caja del imán
400 MHz/54 mm US ULH	485	346	397	494	Incluido en la caja del imán
400 MHz /89 mm US LH	587	465	500	584	Incluido en la caja del imán
500 MHz/54 mm US LH	779	568	648	749	~290
500 MHz/89 mm US LH	1550	1300	1520	1700	~350
600 MHz/54 mm US LH	1326	996	1150	1300	~545
600 MHz/89 mm US LH	~2300	1985	2285	~2500	~450

Transporte y envío

Tabla 3.5. Pesos de transporte del imán y accesorios

700 MHz/54 mm US LH	3000	2513	2700	3200	~450
<p>LH= Long Hold, ULH= Ultra Long Hold, US= UltraShield™</p> <p>Los pesos de los accesorios son aproximados, el peso real puede variar dependiendo de las opciones y accesorios que haya solicitado.</p> <p>Para más información sobre otros imanes no incluidos en la tabla, contacte con su oficina de Bruker BioSpin.</p>					

Tabla 3.6. Pesos de transporte de las consolas de RMN y de los accesorios

Unidad	Peso
AVANCE para Sólidos	460 kg*
AVANCE Standard	400 kg*
AVANCE OneBay	210 kg*
AVANCE MicroBay (varia de acuerdo con las opciones)	~210*
Consola MAS	160 kg
Consola Imagen	150 kg
Consola HP (alta potencia)	200 kg
UPS (opcional – altamente recomendado con sistemas CryoProbe (Criosonda))	260 kg+ 165 kg
Cambiador de muestra (dependiendo del modelo y opciones, p. ej. B-ACS/60 = 93 kg, B-ACS/120 = 95 kg)	93 - 150 kg
Unidad LC-NMR, Consola LC-NMR (MicroBay), Unidad de control de LC-NMR (ordenador anfitrión), más cualquier opción / accesorio adicional	50-250 kg + peso de MicroBay
Gilson	39.9 kg + caja de embalaje y accesorios
BCU-05	50 kg
Unidad de Criorefrigeración	400 kg
UPS para unidad de criorefrigeración	260 kg + 165 kg
Compresor de He para sistema CryoProbe (Criosonda)	120-140 kg– varia para los modelos de refrigeración de aire y agua
Generador de emergencia (soporte) para el compresor de He y refrigeración	Dependiente del fabricante
<p>Los pesos incluyen pallets y material de embalaje según sea necesario.</p> <p>* Los pesos son para una configuración estándar de AVANCE™, los pesos reales pueden incrementarse dependiendo de las opciones elegidas.</p>	

Plataforma de transporte del equipo**3.3**

Todas las plataformas de transporte del equipo deben seleccionarse para manejar el tamaño (**Tabla 3.1**, **Tabla 3.2**) y el peso de transporte (**Tabla 3.4**, **Tabla 3.5**) del sistema del imán. Para los sistemas de imán mayores se necesita una grúa para descargarlo del camión y ponerlo en el muelle de carga (en los lugares donde se necesite quitar los laterales y la tapa de la caja de embalaje, esto se realizará mientras el sistema todavía permanece en el camión, según se muestra en la figura siguiente)

Figura 3.2. Descarga del imán desde el camión de transporte



Siempre que sea posible, se deberían utilizar deslizadores de aire para el transporte sobre los suelos y pasillos. Para elevarlo durante la instalación son preferibles los elevadores hidráulicos.

Las plataformas de transporte del equipo no están incluidas en el pedido del sistema de RMN. Para los imanes más grandes (p. ej. 500WB y > 600 MHz) necesitará las siguientes plataformas de transporte para la entrega e instalación (ver **"Instalación" en la página 107**) del sistema del imán:

- **Grúa:** Una grúa que cumpla los requisitos de carga del imán específico. La grúa se necesitará para levantar el imán del camión de transporte, ponerlo en una superficie plana para desembalarlo y para elevarlo de nuevo para colocarlo en un deslizador de aire o en una carretilla elevadora.
- **Deslizadores de aire:** Se necesita un juego de cuatro deslizadores de aire (**Figura 3.1**) para transportar el imán desde las puertas de acceso a la sala de RMN. Los deslizadores de aire necesitarán un compresor de aire grande, capaz de suministrar 1.72 bar (25 psi) a ca. 2 metros cúbicos / minutos.

- **Chapas niveladoras:** Pueden necesitarse temporalmente chapas niveladoras de Masonite (o cualquier otro material idóneo) para nivelar perfectamente los suelos de superficie irregular en la ruta de acceso de transporte hasta la sala de RMN.
- **Garfio elevador:** La elevación del imán dentro de la sala de RMN para su montaje, requiere el uso, bien de un garfio elevador fijo o en una torre hidráulica capaz de manejar la carga del imán con los requisitos de altura de techo indicados (***Tabla 14.2.***)

Bruker puede proporcionarle las plataformas de transporte del equipo, tal como deslizadores de aire, garfios elevadores y estructuras metálicas en forma de A (***Tabla 14.2.***) bajo solicitud. (Para más información ver ***"Montaje del imán" en la página 109***)

Altura del techo

4

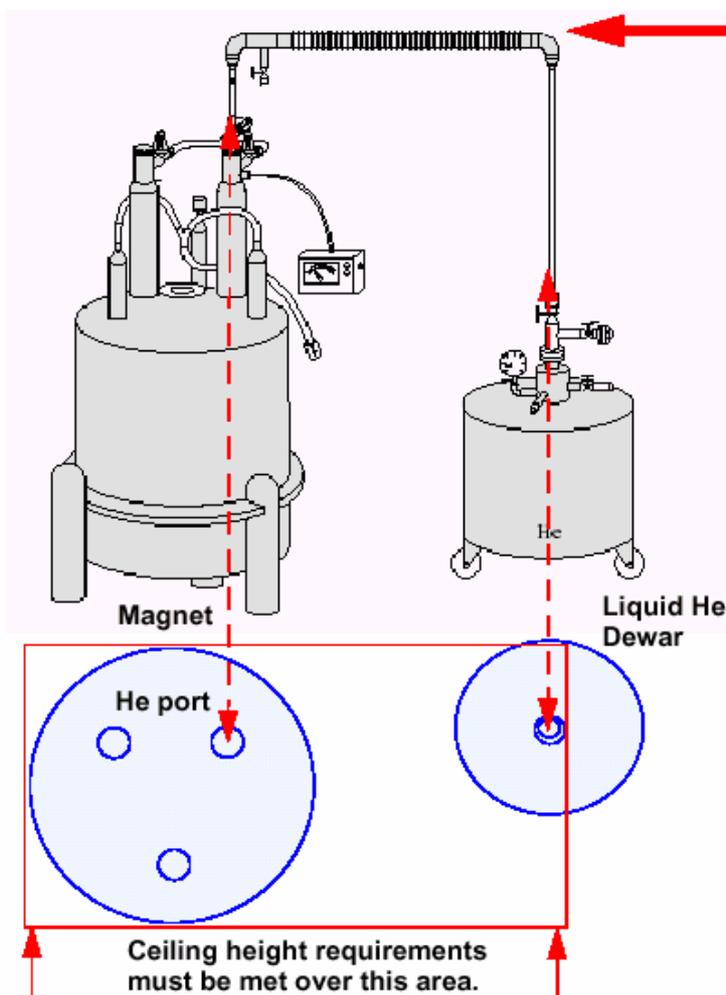
Introducción

4.1

Los requisitos de altura de techo mínimos dependen de la amplitud necesaria por encima del imán para el montaje, energización, y relleno con helio líquido. Los requisitos de cada imán se indican en la **Tabla 4.1**. Sin embargo, cuando planifique el sitio, es una ayuda dejar un margen de 0,3 – 0,4 m por encima del mínimo requerido. Este margen extra hará el procedimiento seguro y más cómodo.

1. Observe que los requisitos de altura del techo no tienen que cumplirse en toda la sala de RMN, sino solo sobre el área inmediatamente encima del imán mismo (y de la plataforma, si se instala), y sobre un área que se extiende hacia fuera en una dirección para permitir la instalación de la línea de transferencia de helio (ver **Figura 4.1**). Una longitud de 2,2 m será normalmente suficiente para los imanes disponibles actualmente.

Figura 4.1. Requisitos de altura del techo



La altura del techo debe permitir la inserción de la línea de transferencia de helio.

Cuando use cajas de techo (falso techo). Se debe dejar espacio suficiente para la longitud de línea de transferencia necesaria. Puede ser necesario colocar el imán descentrado con respecto a la caja del falso techo.

Para imanes mayores (p. ej. > 500 MHz WB) deje 2,2 m de longitud para la línea de transferencia de helio.

2. Para el montaje del imán debe disponer de un garfio capaz de soportar el peso del imán, si es posible. Para más detalles, remítase a la sección "Montaje del imán" en la página 109 en el capítulo de transporte

Requisitos de altura del techo

4.1.1

La **altura mínima del techo** se calcula añadiendo la altura de la parte superior del shim que tiene que insertarse en el criostato, a la altura del borde superior del criostato.

Los requisitos de altura de techo de cada imán se indican en la Tabla 4.1. Observe que estas alturas representan la **altura mínima absoluta**. Como se mencionaba anteriormente, un extra de 0,3 – 0,4 m por encima del mínimo requerido hará el procedimiento más cómodo y seguro.

La **altura de techo reducida** se calcula añadiendo la altura de las piezas superiores del shim separables que tienen que insertarse en el criostato a la altura del borde superior del criostato. En este caso, deben usarse varillas energéticas dobladas y líneas de transferencia de helio especiales con extensiones flexibles.

Debe observarse que el uso de extensiones flexibles reduce la eficacia de la transferencia hasta un 10%.

Cuando use varillas de transferencia MAS, la **altura de techo mínima para sistemas de transferencia MAS**, se calcula en la parte superior del sistema de transferencia MAS.

Para todos los sistemas de apertura ancha, la altura de techo mínima se calcula en la cima de la parte superior del **adaptador de reducción WB -> SB**.

Para información sobre otros imanes no incluidos en la tabla, por favor, contacte con su oficina de Bruker BioSpin.

Tabla 4.1. Requisitos de altura del techo

Tipo de imán	Altura de techo mínima (m)	Altura de techo reducida (equipamiento especial) (m)	Altura de techo mínima para sistemas de transferencia a MAS (m)	Altura de techo mínima para adaptadores WB -> SB (m)	Altura mínima del garfio (para montaje) (m)
300 MHz/54 mm US LH	2.62	2.42	2.42	---	2.42
300 MHz/54 mm US ULH	3.00	2.80	2.80	---	2.80
300 MHz/89 mm US LH	3.05	2.85	2.85	2.85	2.85
400 MHz/54 mm US LH	3.00	2.80	2.80	---	2.80
400 MHz/54 mm US ULH	3.20	3.00	3.00	---	2.90
400 MHz/89 mm US LH	3.10	2.90	2.90	2.90	3.00
500 MHz/54 mm US LH	3.00	2.80	2.90	---	2.90
500 MHz/89 mm US LH	3.70	3.45	3.45	3.54	3.45
600 MHz/54 mm US LH	3.25	3.05	3.05	---	3.00
600 MHz/89 mm US LH	3.99	3.35	3.99	3.99	3.45

Tabla 4.2. Requisitos de altura del techo

Tipo de imán	Altura de techo mínima (m)	Altura de techo reducida (equipamiento o especial) (m)	Altura de techo mínima para sistemas de transferencia MAS (m)	Altura de techo mínima para adaptadores WB -> SB (m)	Altura mínima del garfio (para montaje) (m)
700 MHz/54 mm US LH	3.63	3.25	3.45	---	3.45

LH= Long Hold, ULH= Ultra Long Hold, US= UltraShield™

Para información sobre otros imanes no incluidos en la tabla, contacte con su oficina de Bruker BioSpin.



Nota: La altura de techo necesaria para montar el imán puede variar dependiendo del equipamiento de montaje disponible (p. e., torre elevadora). Por ejemplo, la altura de techo mínima para un imán 600/54 US LH con líneas de transferencia flexibles es de 3,05 m, con una altura mínima de garfio de 3,0 m. Sin embargo si la altura de techo total es de 3,05 m, debe disponerse de un garfio en el techo o de una plataforma elevadora especial.

Cajas de techo (Falso techo)

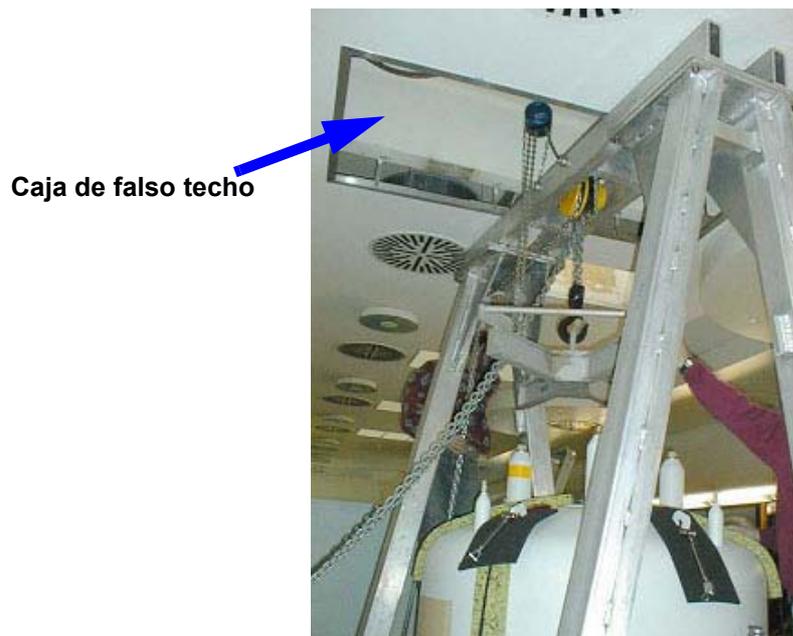
4.1.2

El algunas salas, los requisitos de altura de techo pueden cumplirse utilizando cajas de techo (falso techo).

Cuando use falso techo, debe dejarse espacio suficiente para la longitud de línea de transferencia requerida. Puede ser necesario colocar el imán descentrado respecto al falso techo (lo contrario a centrado).

Cuando defina la ubicación del falso techo y del imán, también necesita considerar el espacio requerido por la plataforma elevadora, la estructura metálica en forma de A, el garfio, etc., cuando se monte el imán

Figura 4.2. Una caja de falso techo (incluyendo la plataforma elevadora usada para la instalación)



Distribución de la sala

5

Introducción

5.1

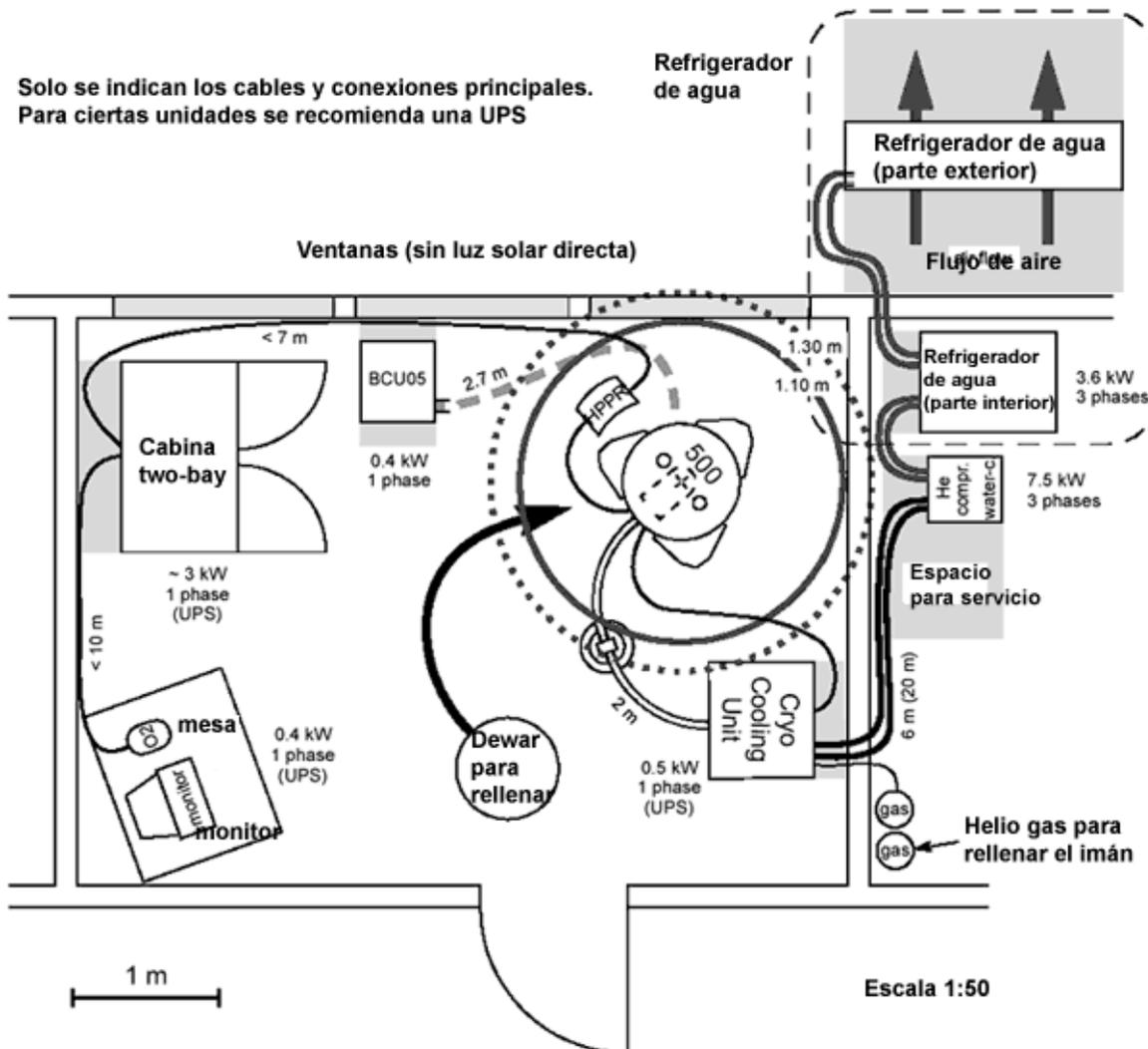
Se ha incluido este capítulo para dar una visión general de distribución de sala idónea. En las siguientes capítulos se darán detalles más precisos. El lector, también puede remitirse al Apéndice A **"Ejemplos de Distribuciones de sala" en la página 115** que contiene presentaciones de distribución de la sala para distintos imanes. El espectrómetro AVANCE™ estándar consta de tres unidades principales: el imán (sección **5.2.1**), la consola (sección **5.2.2**) y la mesa de trabajo (sección **5.2.3**)

Figura 5.1. Unidades principales: consola, mesa de trabajo e imán



Para planificar adecuadamente el laboratorio debe dibujar a escala un plano del suelo del lugar propuesto (puede usar el formato en blanco incluido en la “Lista de verificación de la planificación del sitio”, al final de este manual). La **Tabla 5.1.** muestra la intensidad del campo máxima a la que se debe manejar o situar un equipo de RMN estándar. La **Tabla 5.2.** muestra las dimensiones de distintas unidades de RMN

Figura 5.2. Ejemplo de distribución de sala (con sistema de Criosonda)



Use los datos del campo residual indicados en la **Tabla 5.3.** y **Tabla 5.4.**, para comprobar que todo el equipamiento esta situado fuera de los límites especificados en la **Tabla 5.2.** Cuando dibuje el plano del suelo, remítase a la **Tabla 7.1.** para el diámetro del imán.

Tabla 5.1. Intensidad de campo máxima para el equipamiento de RMN

Unidad	Intensidad del campo máxima
Consola AVANCE	Línea de 1.0 mT (10 G)
Monitor de color (desapantallado)	0.2 mT (2 G) (para imagen óptima)
Monitor de color (apantallado) o panel TFT	1.0 mT (10 G)
Ordenador, p.e., estación de trabajo de RMN, PC	1.0 mT (10 G)
CPMAS, Micro-imaging, Unidades de alta potencia	1.0 mT (10 G)
Plotter impresora	1.0 mT (10 G)
Balas de gases	0.5 mT (5 G)
Silla de metal movable	No recomendable en la sala del imán
Muebles de oficina pesados de metal, p.e., consola de llenado*	0.5 mT (5 G) No recomendable en la sala del imán
BCU 05	Situado a 2.7 m máx., del centro del imán
Sistema LC-RMN y accesorios	0.5 mT (5 G)
Gilson	0.5 mT (5 G)
Componentes del sistema CryoProbe (Criosonda) (p.e. Balas de acero de He y sus caminos de transporte)	0.5 mT (5 G)
Unidad de Criorefrigeración	5.0 mT (50 G)
* Use mobiliario de madera si es necesario el acceso al imán mientras se están realizando medidas críticas	

Tabla 5.2. Dimensiones de los Equipos de RMN

Unidad	Ancho*	Fondo*	Alto
AVANCE para sólidos	1.31 m	0.83 m	1.55 m
AVANCE estándar	1.31 m	0.83 m	1.29 m
AVANCE OneBay	0.69 m	0.83 m	1.29 m
AVANCE MicroBay	0.64 m	0.83 m	0.96 m
Mesa de trabajo	1.20 m	1.00 m	0.75 m
Consola CPMAS con elevación	0.69 m	0.83 m	1.55 m
Consola de Alta potencia con elevación	0.69 m	0.83 m	1.55 m
Consola Micro imaging con elevación	0.69 m	0.83 m	1.55 m
B-CU 05	0.50 m	0.55 m	0.48 m

Distribución de la sala

Tabla 5.2. Dimensiones de los Equipos de RMN

Sistema LC-RMN más opciones / accesorios** adicionales	0.72 m variable	0.80 m variable	0.72 m variable
Gilson	0.914 m	0.61 m	0.558 m ***
Unidad de Criorefrigeración	0.80 m	0.72 m	1.30 m
<p>* Todas las conversiones del sistema métrico / americano están redondeadas</p> <p>** Los accesorios para LC-RMN varían en función de las opciones que haya encargado, pero puede incluir interfase Cap-LC, interfase SPE, automuestreadores, detectores, inyectoros, bombas y ordenador anfitrión.</p> <p>*** Altura máxima, la altura del brazo en Z se ajusta para acomodarse a la altura de los vasos entre 1 y 150 mm (en función del brazo en Z instalado)</p>			

Ubicación del imán

5.2.1

Cuando ubique el imán, tenga en consideración la presencia de estructuras de hierro fijas tal que vigas y columnas de sujeción, así como paredes, suelos y techos reforzados. La presencia de cualquier material ferromagnético en la vecindad inmediata del imán disminuirá la homogeneidad del imán y puede degradar las prestaciones. Para detalles remítase a la sección **"Presencia de materiales ferromagnéticos" en la página 73.**

Los detectores de humo, de fuego y aspersores de agua no deben estar situados dentro de la línea de 0,5 mT (5 G).

Para aumentar la estabilidad de la temperatura, no debe colocarse el imán directamente a la luz del sol o cerca de cualquier fuente de calor artificial. De igual modo, para evitar EMF de 60Hz, el imán no debe colocarse directamente debajo de luces fluorescentes.

Donde sea posible evite la situación de que los campos residuales > 0,5 mT (5 G) se extiendan a las salas colindantes (ver **Figura 2.1.**). Debe haber acceso libre al imán desde todos los lados, y se debe dejar una distancia mínima de 77 cm desde cualquier pared adyacente. También se necesita disponer de espacio suficiente para acceder a los dewar de líquidos criogénicos (ver **"Requisitos de acceso de servicio para el imán" en la página 47.**). Es recomendable situar el imán fuera del área de tráfico principal de la sala, por ejemplo en una esquina, para limitar las fluctuaciones magnéticas.

Plataformas del imán

Si se necesita una plataforma para el imán, por ejemplo, debido al tamaño del imán (normalmente para imanes de 600 MHz y mayores), esta debe ser suficientemente amplia (dependiente del imán) para acomodarse al imán y proporcionar acceso adecuado a todo el alrededor del imán. Debe construirse una plataforma no magnética a un nivel del suelo adecuado, que abarque todo el alrededor del imán y permita el acceso al cambiador de muestras y el rellenado con criogénicos. Consulte con su oficina de Bruker BioSpin para directrices adicionales cuando use una plataforma para el imán.

Figura 5.3. Ejemplo de plataforma para el imán sencilla



Fosos

Si se necesita un foso debido a una altura de techo limitada o para evitar los campos residuales en el piso superior, este debe ser lo suficientemente grande (dependiente del imán) para acceder cómodamente al imán. El imán debe situarse en el centro del foso y debe haber espacio suficiente para el acceso adecuado a todo el alrededor del sistema. La pared del foso debe estar situada fuera de la línea de 1,0 mT (10 G), o estar construida con un material no magnético.

Se debe construir una plataforma alrededor del imán para permitir el acceso para cambiar muestras y rellenar con criogénicos. En algunos casos una media plataforma será suficiente. Para tener la seguridad adecuada cuando use un foso, se debe construir una escalera para permitir un acceso fácil al foso. De igual modo debe instalarse un sistema de barandillas para evitar que el personal caiga al mismo.

Cuando se usa un foso, es extremadamente importante disponer de una buena ventilación. Esto es particularmente cierto cuando se rellena el nitrógeno. Se debe colocar en el foso un dispositivo de advertencia del nivel de oxígeno (ver [Figura 6.6.](#)).

Otra dificultad de los fosos está relacionada con la Unidad de criorefrigeración para la CryoProbe (criosonda): esta idealmente debe estar situada al mismo nivel que el imán. El foso debería ser lo suficientemente amplio para acomodar al imán y a la unidad de criorefrigeración.

Cuando se usa un foso, debe también considerarse la unidad BCU05. Las tuberías de una BCU05 no son muy flexibles, así que el foso debe ser lo suficientemente grande como para disponer de espacio suficiente para la BCU05 y sus tuberías. La unidad de refrigeración BCU05 debe estar tan lejos del imán como sea posible, para minimizar la influencia de los campos dispersos.

Por favor, contacte con Bruker cuando considere la opción de construir un foso.

Figura 5.4. Ejemplo de foso para el imán



Ubicación de las consolas

5.2.2

Las distintas unidades dentro de la consola AVANCE™ y en particular el ordenador de adquisición, deben mantenerse a una distancia mínima del imán. La protección del ordenador de adquisición y de la electrónica digital se logra mejor colocando la consola de modo que el ordenador de adquisición esté situado fuera de la línea de 1.0 mT (10 G). Cualquiera de las consolas auxiliares debe colocarse también fuera de esta línea de 1.0 mT (10 G) (ver [Tabla 5.1.](#)). El preamplificador (p. ej, HPPR/2) debe colocarse al lado izquierdo de la consola.

La [Figura 5.4.](#) muestra la ubicación del ordenador de adquisición en la consola AVANCE™.

Para permitir la ventilación adecuada de la consola, deben dejarse 15 cm entre la parte posterior de la consola y la pared. En algunos casos es necesario instalar un sistema de extracción suplementario, como un sistema de extracción pasivo ([Figura 6.4](#)) o un sistema de ventilación comercial ([Figura 6.3.](#)). Para el acceso de servicio al panel posterior de la consola debe haber espacio suficiente para poder separarla de la pared (ver ["Requisitos de acceso de servicio" en la página 47](#)).

Para aligerar el cableado, sitúe la tomas de corriente eléctrica y el suministro de aire comprimido cerca del panel posterior de la consola.

El mismo criterio se aplica a las consolas de puerta única, aunque la orientación del imán no es tan crítica

Ubicación de la mesa de trabajo

5.2.3

En base a valores MWC (**Maximun Workstation Concentration**) (Concentración máxima en el puesto de trabajo), el lugar de trabajo debe estar situado fuera de la

línea de 0,5mT (5 G) (remítase a la sección **"Efectos del campo magnético sobre el personal" en la página 12**)

La estación de trabajo, discos duros adicionales, cintas, controladores de CD-ROM, etc., que normalmente se colocan encima o debajo de la mesa de trabajo no deben exponerse a campos mayores de 1.0 mT (10 G).

El monitor gráfico es sensible a los campos residuales, así que debe prestarse atención a su orientación relativa con respecto al imán. El monitor debe poder girarse hacia el imán de modo que sea visible cuando se sintonice y ajuste. Si es un monitor desapantallado, idealmente no debe colocarse dentro de la línea de 0,2 mT (2 G) para una imagen óptima. Con la orientación correcta, puede situar el monitor cerca de la línea de 0,5 mT (5 G), aunque puede provocar distorsión del color. Los monitores apantallados, así como los monitores de pantalla plana TFT, pueden con seguridad colocarse tan próximos como la línea de 0,5 mT (5 G) o incluso a la de 1.0 mT (10 G), aunque puede producirse una ligera distorsión de la imagen.

Límites del campo residual

5.3

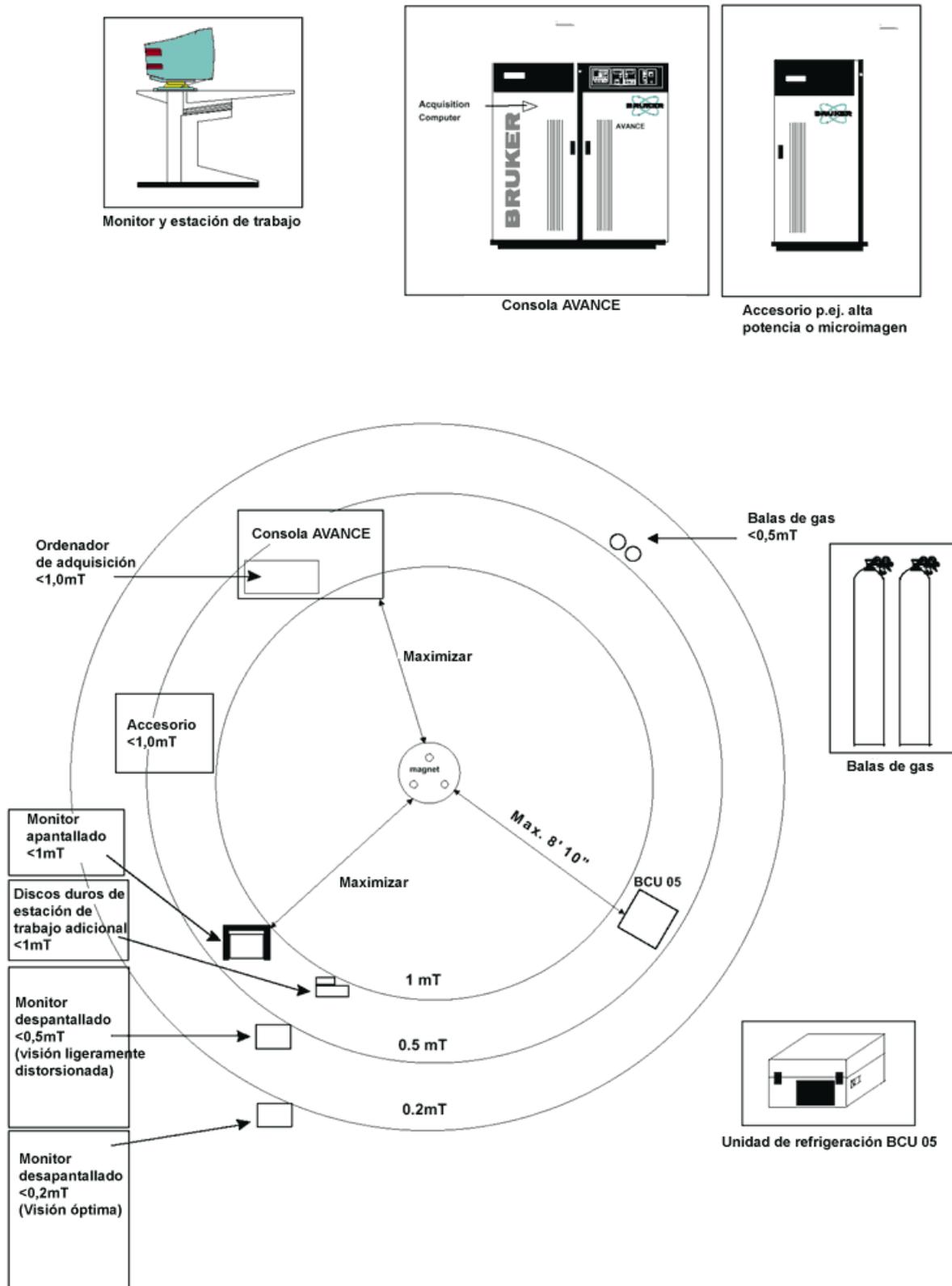
El siguiente diagrama y las tablas 5.3 y 5.4 dan información de los límites del campo residual respecto a la ubicación del espectrómetro.



Nota: Los campos residuales corresponden al último diseño de imán igual que los datos indicados en este manual. Para sistemas más antiguos, por favor, remítase a la versión previa de la Guía de planificación de locales, o contacte con su representante de Bruker BioSpin.

Distribución de la sala

Figura 5.5. Límites del campo residual respecto a la ubicación del espectrómetro



Nota: El campo residual no está a escala, el imán no tiene porqué estar situado en el centro de la sala.

Tabla 5.3. Campos residuales horizontales para distintos imanes

Tipo de imán	5.0mT (50 G)	3.0mT (30 G)	1.0mT (10 G)	0.5mT (5 G)	0.2mT (2 G)	0.1mT (1 G)	0.05mT (0.5 G)
300 MHz/54mm US LH	0.44	0.47	0.50	0.6	0.80	0.90	1.10
300 MHz/54mm US ULH	0.44	0.47	0.50	0.6	0.80	0.90	1.10
300 MHz/89mm US LH	0.80	0.90	1.00	1.10	1.50	1.80	2.20
400 MHz/54mm US LH	0.70	0.77	0.84	1.00	1.30	1.60	1.92
400 MHz/54mm US ULH	0.70	0.77	0.84	1.00	1.30	1.60	1.92
400 MHz/89mm US LH	0.90	1.07	1.25	1.40	1.78	2.20	2.67
500 MHz/54mm US LH	0.90	1.03	1.16	1.30	1.70	2.10	2.50
500 MHz/89mm US LH	0.90	1.30	1.50	1.80	2.50	2.90	3.50
600 MHz/54mm US LH	0.90	1.15	1.40	1.80	2.50	3.20	4.10
600 MHz/89mm US LH	1.30	1.75	2.20	2.70	3.60	3.95	4.10
700 MHz/54mm US LH	1.60	2.00	2.40	2.50	3.40	4.00	4.80

LH= Long Hold, ULH= Ultra Long Hold, US = Ultra Shield™
¡Todas las medidas están en metros! Las distancias se miden *radialmente* desde el centro magnético.

Tabla 5.4. Campos residuales verticales para distintos imanes

(MC=Magnetic Center = Centro magnético)

Tipo de imán	MC a suelo	5.0mT (50G)	3.0mT (30G)	1.0mT (10G)	0.5mT (5G)	0.2mT (2G)	0.1mT (1G)	0.05mT (0.5G)
300 MHz/54mm US LH	0.91	0.52	0.66	0.80	0.90	0.96	1.36	1.56
300 MHz/54mm US ULH	0.91	0.52	0.66	0.80	0.90	0.96	1.36	1.56
300 MHz/89mm US LH	1.04	0.88	1.02	1.36	1.60	2.04	2.40	2.88
400 MHz/54mm US LH	0.95	0.80	1.05	1.30	1.50	1.96	2.36	2.76
400 MHz/54mm US ULH	0.95	0.80	1.05	1.30	1.50	1.96	2.36	2.76
400 MHz/89mm US LH	1.02	1.20	1.44	1.69	2.00	2.56	3.00	3.56
500 MHz/54mm US LH	1.01	1.10	1.35	1.60	1.90	2.40	2.90	3.40
500 MHz/89mm US LH	1.28	1.50	1.80	2.10	2.50	3.30	3.80	4.50
600 MHz/54mm US LH	1.12	1.50	1.80	2.10	2.50	3.30	4.10	5.10
600 MHz/89mm US LH	1.36	1.80	2.30	2.80	3.50	4.60	5.20	6.10

Distribución de la sala

Tabla 5.5. Campos residuales verticales para distintos imanes

Tipo de imán	MC a suelo	50G (5.0mT)	30G (3.0mT)	10G (1.0mT)	5G (0.5mT)	2G (0.2mT)	1G (0.1mT)	0.5G (0.05mT)
700 MHz/54mm US LH	1.23	2.20	2.68	2.95	3.50	4.40	5.20	6.20

LH= Long Hold, ULH= Ultra Long Hold, US = Ultra Shield™
¡Todas las medidas están en metros! Las distancias medidas **axialmente** desde el centro del imán.

Peso del equipo

5.4

El suelo del lugar de ubicación debe ser lo suficientemente sólido como para soportar el peso de la consola AVANCE™, el imán (incluyendo criogénicos y la plataforma del imán) y el equipamiento auxiliar. Los pesos de las distintas consolas se indican en la **Tabla 3.5**. Para el peso total del imán (incluyendo criogénicos y plataforma) remítase a la **Tabla 7.1**. El suelo debe ser también tan rígido como sea posible, para reducir el efecto de las vibraciones.

Ubicación de otros accesorios estándar de RMN

5.5

Micro imagen, consolas de alta potencia

Estos accesorios no son sensibles a los campos magnéticos residuales como las unidades incluidas en las consolas principales de AVANCE™. En términos de prestaciones, funcionarán satisfactoriamente a campos de hasta 2 mT. Sin embargo a esta distancia pueden interferir con la homogeneidad del imán y por lo tanto se recomienda que se mantengan fuera de la línea de 1 mT. La presentación de distribución de la sala mostrada en la **Figura 5.7**, pone énfasis en remarcar el cableado recomendado. Cuando el espacio es un problema, hay que dar prioridad a la consola principal sobre las consolas accesorias. Ya que estas consolas accesorias son móviles, el cliente debe considerar el asegurar las ruedas, si van a colocarse cerca del imán.

Cambiador automático de muestra.

El cambiador de muestra está diseñado para colocarlo enfrente del imán, de modo que su posición es fija. No necesita una altura de techo extra. Sin embargo, observará que el acceso al imán desde uno de los lados se verá ligeramente restringido. El cargador de muestra tiene una anchura de 0,95 m y se prolonga una distancia de 0,45 m desde la superficie exterior del imán.

Unidad de refrigeración: B-CU 05

Esta unidad se conecta a la sonda del imán por medio de un intercambiador de calor de 2,7 m de longitud. Esto fija realmente la posición de la unidad de refrigeración a un radio máximo de aproximadamente 2,7 m desde el imán. La distan-

cia exacta desde el centro del imán puede reducirse haciendo una curva en el intercambiador de calor.

LC RMN/MS.

El sistema LC-RMN/MS está disponible en varias configuraciones y puede incluir muchos accesorios distintos. La mayoría de las configuraciones pueden configurarse en las mesas y/o consolas de LC-RMN/MS actuales. Algunas de las necesidades de espacio incluyen:

- Se necesitan aproximadamente 60 x 100 cm para la instalación del sistema cromatográfico y la versión de sobremesa de la interfase del LC-RMN/MS (BPSU-12, BSFU). La mesa o la consola de LC-RMN/MS debe colocarse cerca del imán, (pero fuera de la línea de 0,5 mT (5 G)).
- Se necesitan aproximadamente 60 x 80 cm para una mesa o escritorio de oficina para el ordenador de control del sistema cromatográfico y la interfase LC-RMN/MS. Puede usarse la mesa de trabajo del ordenador de RMN.
- Dos salidas de corriente de 230 V, para el ordenador y el monitor.

- Además, deben tenerse en cuenta ciertas consideraciones al colocar los equipos de LC-RMN/MS
- La distancia máxima entre el PC y la consola debe ser < 10 m, determinada por la longitud del cable.
- El sistema LC-RMN/MS no debe estar situado a más de 10 m del PC. La distancia está normalmente determinada por la longitud del cable
- La distancia máxima entre la interfase LC-RMN/MS y la sonda debe ser aproximadamente de 3 m determinada por la longitud estándar del capilar suministrado (puede usarse un capilar más largo, pero las conexiones capilares deben ser tan cortas como sea posible).
- La distancia máxima entre el sistema LC y la interfase LC-RMN/MS está basada en la línea de 5 G del imán.
- La pantalla de la unidad de control debe ser visible desde el ordenador de RMN y viceversa.
- El equipamiento de HPLC debe ser visible desde el PC (no es necesario que el PC del HPLC esté cerca del equipo de HPLC).

Manipulador de líquidos Gilson

El manipulador de líquidos Gilson 215 es un robot XYZ que puede automatizar cualquier número de procedimientos de manipulación de líquidos. No hay consideraciones específicas, de colocación en la sala para estos equipos, distintas que su ubicación fuera de la línea de 0,5 mT (5 G)

SampleRail™

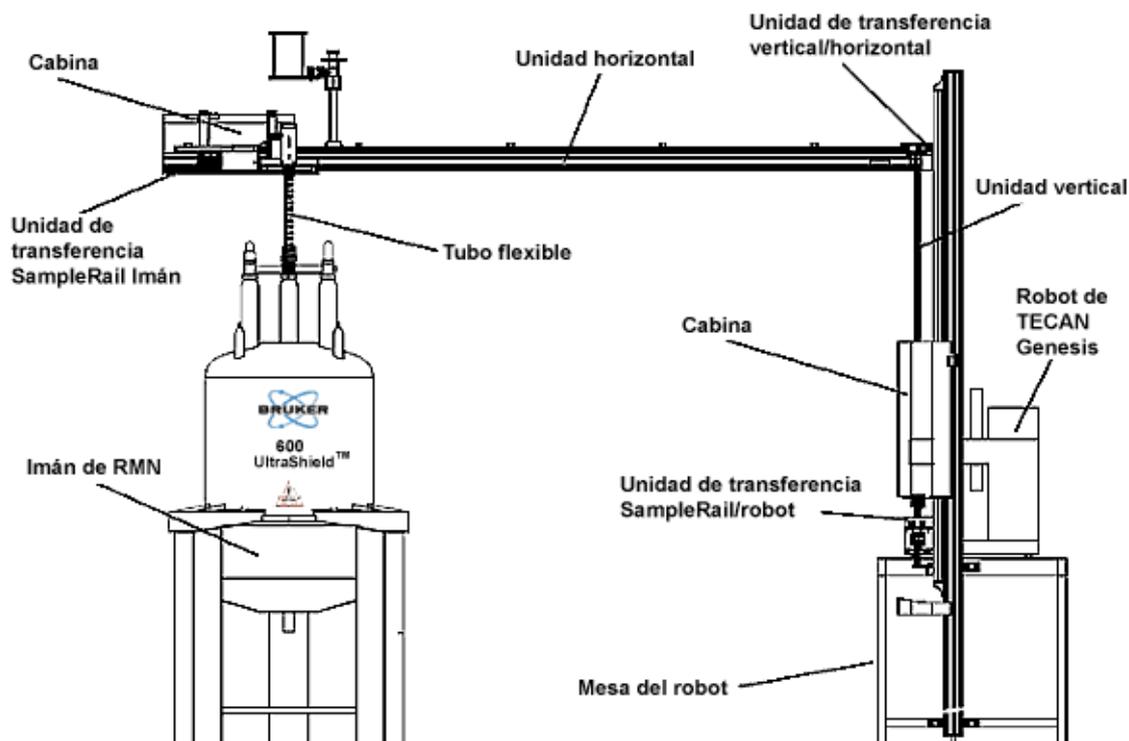
El SampleRail™ es parte de un sistema de preparación de la muestra de RMN, transporte de esta al imán de RMN, realización de los experimentos de RMN y transporte de vuelta al sistema de preparación – todo de forma automática, por ejemplo, en investigación automatizada de proteínas.

La principal consideración en la planificación del sitio para la distribución de la sala, es que esta sea lo suficientemente larga o lo bastante amplia para soportar la longitud del SampleRail™. La altura del SampleRail generalmente está dentro de

Distribución de la sala

los requisitos de altura de techo normales. Para información adicional sobre los requisitos del SampleRail, contacte con su representante de Bruker.

Figura 5.6. SampleRail de Bruker



Cryoprobe™

El accesorio Cryoprobe™ (Criosonda) consta de tres componentes principales: la CryoProbe y la CryoPlatform™ y el compresor

El **accesorio Cryoprobe™** Es similar a la sonda estándar, sin embargo, contiene una bobina RF enfriada criogénicamente y su electrónica. La CryoPlatform, que proporciona la refrigeración criogénica de la CryoProbe, consta de:

- Unidad de refrigeración criogénica con la electrónica de control
- Compresor de helio (junto con cualquier equipamiento de refrigeración asociado)
- Bala de helio gas (para purgar la CryoProbe)
- Líneas de transferencia de helio y soporte de las líneas de transferencia
- Abrazaderas de montaje de la CryoProbe

Básicamente, hay cuatro pasos fundamentales en la planificación del sitio para el accesorio CryoProbe:

1. Revisar el área del imán para determinar si hay espacio disponible para acomodar la unidad CryoProbe.

2. Determinar el tipo y ubicación del compresor de helio.
3. Verificar que hay espacio libre suficiente debajo del imán, para permitir la instalación de la CryoProbe.
4. Determinar la ubicación de la bala de helio.

Estos pasos se describirán detalladamente, junto con otras consideraciones en el manual independiente de Guía de planificación de locales para el sistema de Criosonda, disponible en su oficina de Bruker.

Distribución de la sala

Figura 5.7. Presentación del cableado para Sistemas AVANCE™ estándar

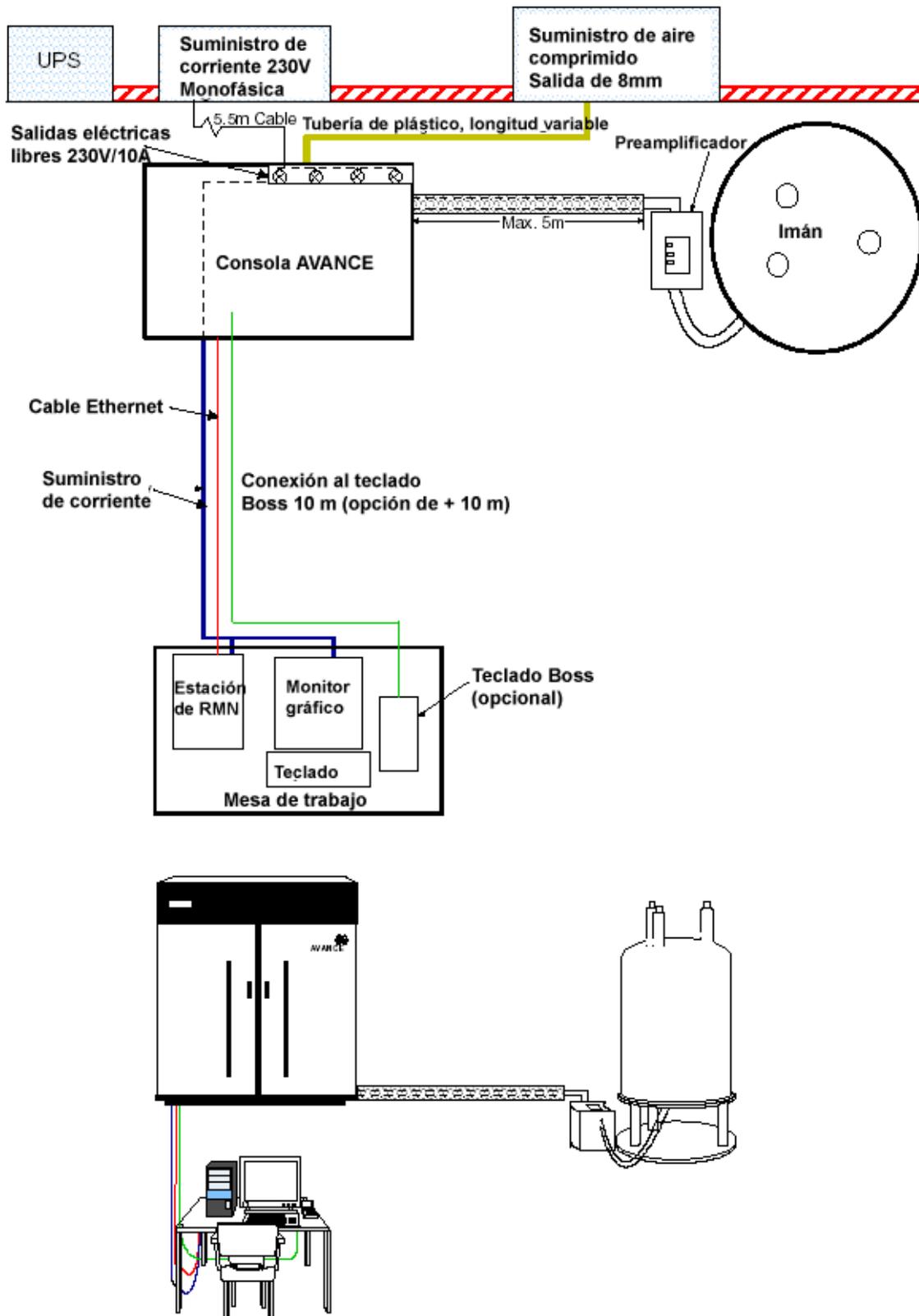
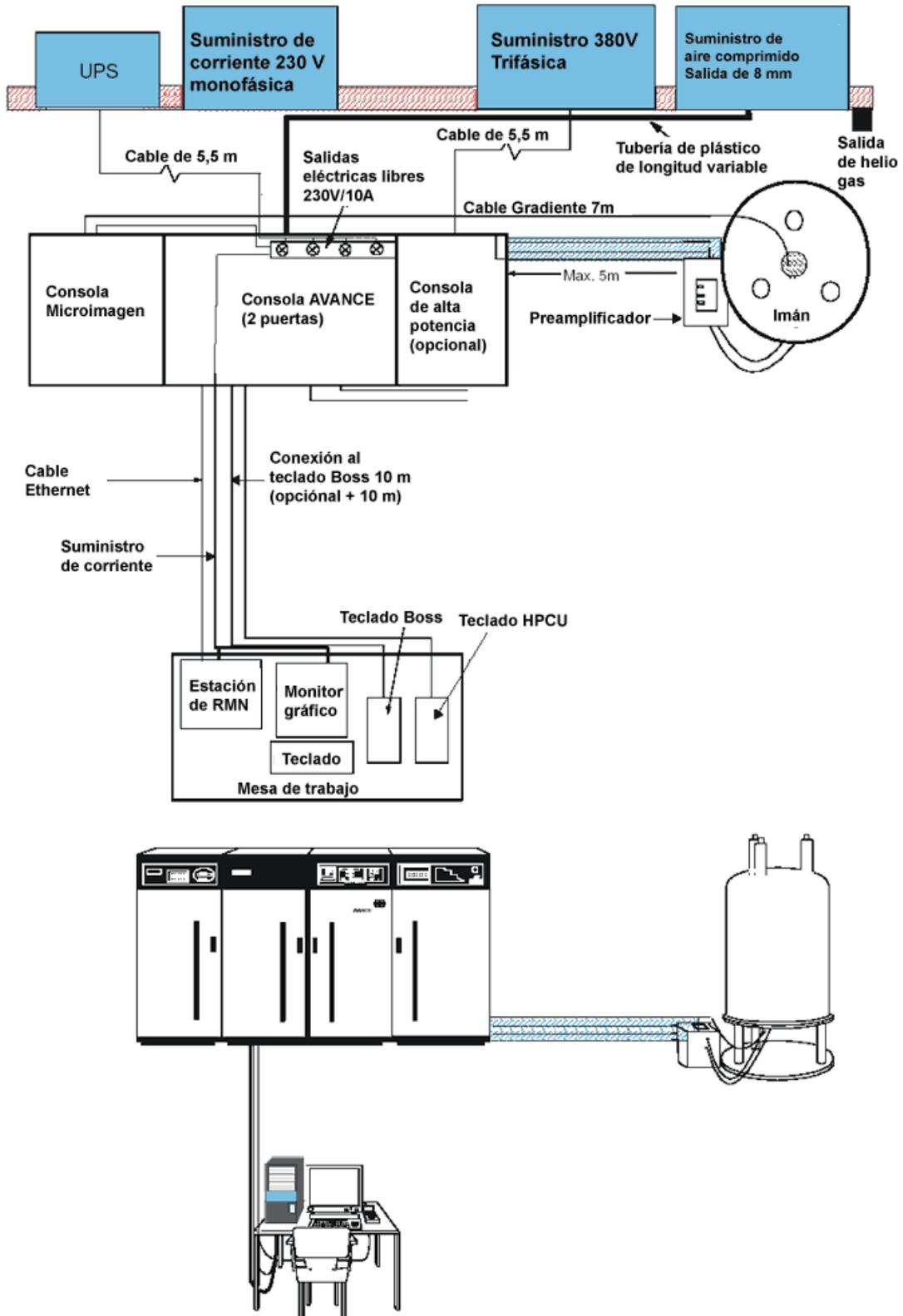


Figura 5.8. Cableado para Sistemas AVANCE™ con consola de alta potencia y Micro imaging



Accesos de servicio y ventilación

6

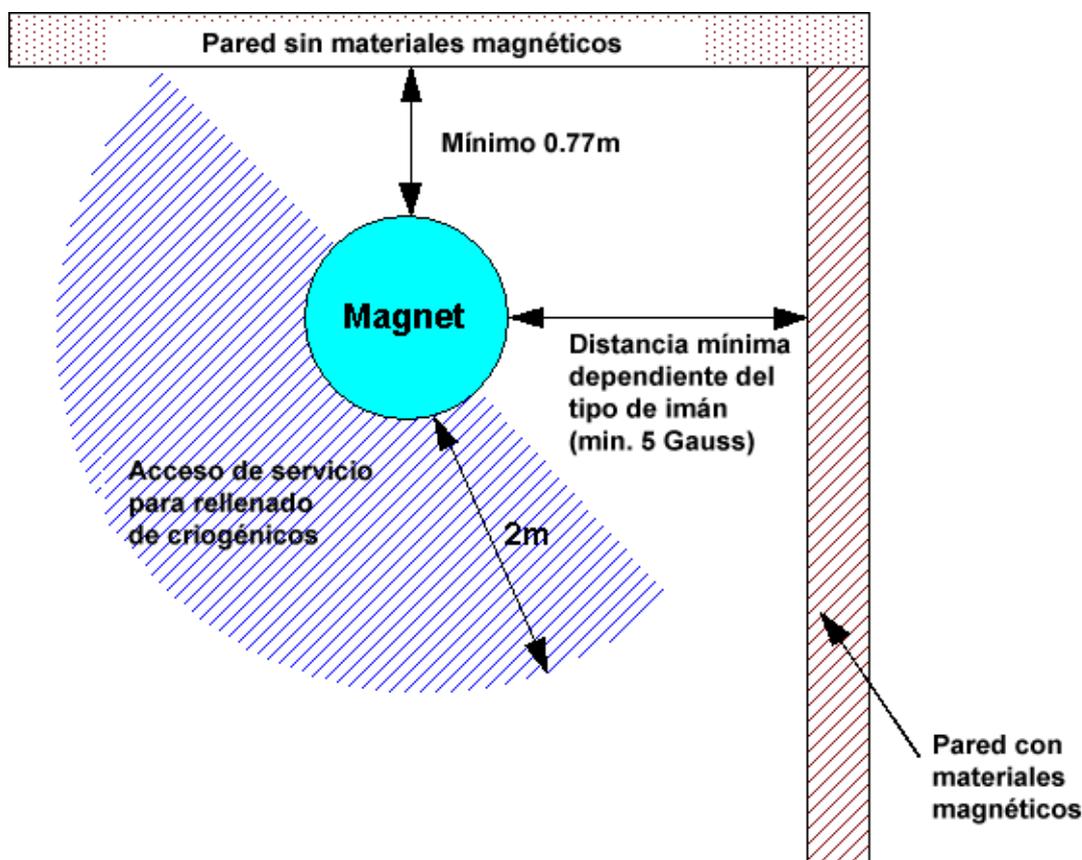
Requisitos de acceso de servicio

6.1

Las siguientes recomendaciones asegurarán que hay espacio suficiente para acceder al sistema, así como para proporcionar una ventilación adecuada:

- Deje un mínimo de 30 cm entre el panel posterior de la consola y cualquier pared. Así se asegura una ventilación adecuada. Para acceso de servicio al panel posterior, debe haber espacio suficiente para separar la consola de la pared (aproximadamente 60 cm). No es necesario dejar un acceso de servicio a los laterales de la consola.
- Debe haber acceso abierto al imán desde todos los lados, y se debe disponer de un mínimo libre de 77 cm a cualquier pared adyacente. También debe disponerse de espacio suficiente para acceder a los dewars de criogénicos.

Figura 6.1. Requisitos de acceso de servicio para el imán



- Para facilitar el cableado, sitúe las salidas eléctricas y el suministro de aire comprimido cerca del panel posterior de la consola y del imán
- La puerta de la sala del imán debe ser fácilmente accesible desde todos los puntos de la sala. Es ventajoso tener situadas las puertas de modo que al moverse en la sala no haya que acercarse al imán.
- Como norma, las balas de gas deben almacenarse fuera de la sala. Si por cualquier razón tienen que colocarse en la sala del imán, éstas deben situarse tan lejos del imán como sea posible y asegurarse adecuadamente a la pared.
- Asegúrese de que hay caminos adecuados y seguros de modo que los dewars de líquidos criogénicos puedan meterse y sacarse fácilmente de la sala del imán.
- Disponga un espacio para preparar y almacenar muestras / disolventes, almacenar documentación, situar ordenadores personales, mesas para impresoras / plotter, estaciones de trabajo, etc.
- Bajo ninguna circunstancia deben usarse en la sala de RMN sillas móviles de oficina fabricadas con materiales magnéticos
- Disponga la instalación de un teléfono y sus líneas para, por ejemplo, acceso a Internet. Lo más práctico, es que el operador pueda usar el teléfono mientras está sentado en la mesa de trabajo del espectrómetro.
- Finalmente, antes de decidir la distribución final, considere los equipamientos que pueda necesitar instalar en el futuro. Recuerde que una vez instalado, el imán no debe moverse.

Requisitos de ventilación

6.2

Los imanes superconductores utilizan nitrógeno líquido y helio líquido como agentes de refrigeración. Puede esperarse la evaporación de los líquidos criogénicos durante el funcionamiento normal del sistema del imán, del modo siguiente:

- La evaporación normal de los líquidos contenidos en el imán, en base a las especificaciones de evaporación dadas.
- La evaporación de los criogénicos durante el rellenado regular con nitrógeno líquido y helio líquido.

Los gases son atóxicos y completamente inocuos siempre que se disponga de una **ventilación adecuada** que evite la **sofocación**. Para prevenir la **sofocación**, las siguientes normas de ventilación durante el funcionamiento normal, incluyen:

- El sistema del imán de RMN nunca debe estar en una sala hermética. La ubicación del imán debe elegirse de modo que la puerta y la ventilación puedan alcanzarse fácilmente desde todos los puntos de la sala.
- La distribución de la sala, la amplitud del techo y la altura del imán deben ser de tal modo que sea posible una fácil transferencia de nitrógeno y helio líquido.

Las normas generales de seguridad, incluyen pero no se limitan a:

- Los líquidos criogénicos, incluso cuando se mantienen en los dewars de almacenamiento aislantes, permanecen a una temperatura constante según sus respectivos puntos de ebullición y se evaporarán gradualmente. Estos dewars deben siempre mantenerse ventilados o se producirán presiones peligrosas.
- Los líquidos criogénicos deben manipularse y almacenarse en áreas bien ventiladas.
- El gran **incremento de volumen** que acompaña la **vaporización** de estos líquidos a gases y el posterior proceso de calentamiento es de **740:1 para el helio** y **680:1 para el nitrógeno**.
- Para seguridad personal, deben colocarse en la sala del imán **sensores de nivel de oxígeno**, particularmente cuando se utiliza un foso. Estos deben situarse a la altura de 2-2,5 metros. Para información adicional, contacte con Bruker.
- **Las puertas de salida deben abrir hacia fuera**, de otro modo si se produce un quench la presión acumulada puede imposibilitar la apertura de la puerta.

- Debe tenerse en cuenta que un quench puede hacer saltar las **alarmas de fuego**, por lo tanto, el departamento de bomberos debe estar informado de ello. El departamento de bomberos, también debe estar informado de que durante un quench, no debe pulverizarse agua sobre el imán, ya que esto puede causar una rápida formación de hielo. También es recomendable señalar claramente esta información en un lugar próximo a la entrada de la sala del imán. (ver **"Planes de emergencia" en la página 119**)



Una sala inadecuadamente ventilada, provocará un **exceso de acumulación de helio**, que se difundirá dentro de la cámara de vacío del imán (debido a que las moléculas de helio son muy pequeñas). A largo plazo, el efecto de la acumulación de helio es que el **vacío se irá debilitando**, lo que significa que la instalación de vacío del imán perderá eficacia y la evaporación de helio líquido empezará a aumentar. Para ayudar a prevenir la acumulación de helio se debe disponer de ventilación en la parte superior de la sala donde está situado el imán, bien en el techo o en la parte superior de la pared.

Debe disponerse de un sistema de ventilación de emergencia independiente para evitar la falta de oxígeno en caso de quench o durante la instalación del imán.

Accesos de servicio y ventilación

Durante un **quench** se produce una cantidad extremadamente grande de helio gas (esto es de 43 m³ a 595 m³ dependiendo del tipo de imán) en un corto periodo de tiempo.

Durante la instalación y refrigeración de los imanes superconductores, bajo ciertas circunstancias, pueden generarse grandes volúmenes de gases de nitrógeno o helio.

Aunque estos gases son inertes, si se generan en cantidades suficientemente grandes pueden desplazar el oxígeno de la sala provocándole peligro potencial de sofocación. La tabla siguiente ilustra estos ejemplos.

Tabla 6.1. Ejemplos de gas liberado durante el pre-enfriamiento, el enfriamiento y en caso de quench

Tipo de imán	N2 liberado durante el pre-enfriamiento	Tiempo de liberación de N2 gas durante el pre-enfriamiento	He gas liberado durante el enfriamiento o y rellenado	Tiempo de producción de He gas durante el enfriamiento o y rellenado	He gas liberado durante un "quench"	Tiempo de liberación de He gas durante un "quench"
UltraShield 300/54	102 m ³	4 horas	150 m ³	3 horas	40 m ³	0.5 minuto
UltraShield 700 MHz	892 m ³	24 horas	850 m ³	6 horas	335 m ³	1 minuto

Notas:

Los valores de la tabla son aproximados y pueden no reflejar las condiciones reales. Se usan solo para ejemplo.

Los tiempos de pre-enfriamiento varían

Los tiempos de quench son generalmente mayores

Por favor, consulte con Bruker para los valores asociados con su sistema de RMN.

Figura 6.2. Quench a 600 MHz WB (Imán apertura ancha WideBore)



La siguiente tabla lista la capacidad máxima de helio y la velocidad de flujo de gas normal de helio gas durante un quench para sistemas de imán actuales. Generalmente la velocidad de flujo de gas es igual a la mitad del volumen total en 1 minuto.

Tabla 6.2. Capacidad máxima de helio y velocidad de flujo de gas

Imán	Capacidad máxima de Helio (m ³)	Velocidad de flujo de gas (litros/minuto)
300 MHz/54 mm US LH	37.1	18.6
300 MHz/54 mm US ULH	71.0	35.5
300 MHz/89 mm US LH	56.0	28.0
400 MHz/54 mm US LH	56.0	28.0
400 MHz/54 mm US ULH	75.0	37.5
400 MHz/89 mm US LH	51.8	25.9
500 MHz/54 mm US LH	54.6	27.3
500 MHz/89 mm US LH	198.0	99.0
600 MHz/54 mm US LH	111.3	55.7
600 MHz/89 mm US LH	315.0	157.5
700 MHz/54 mm US LH	348.0	174.0

LH= Long Hold, ULH= Ultra Long Hold, US = Ultra Shield™
 Para información sobre otros imanes no incluidos en la lista, contacte con su oficina de Bruker BioSpin.

En muchos casos, en salas grandes, las puertas y ventanas proporcionarán ventilación suficiente. En salas pequeñas, o salas sin conexión con el exterior, es altamente recomendable instalar un sistema de extracción de gases de emergencia. Existen diversos tipos de extractores de emergencia que pueden instalarse para evitar la falta de oxígeno durante un quench o durante la instalación del sistema del imán. Estos incluyen, pero no están limitados a:

Soluciones de extracción activa

Esta solución se basa en un ventilador motorizado y una tubería de conducción de ventilación y extracción, sin conexión al imán en si mismo. La extracción / ventilación deben activarse automáticamente por medio de un sensor de O_2 , así como manualmente por medio de un interruptor en la sala. Esto último es necesario durante la instalación del imán y durante el rellenado regular para evitar la acumulación de criogénicos en la sala, evacuándolos más rápidamente que con un sistema HVAC (Heating Ventilation Air Conditioning) normal.

Un buen ejemplo de un sistema de extracción activa, es un sistema de ventilación comercial, muy similar a los que se encuentran en las cocinas de los restaurantes modernos. Estos dispositivos extraen el calor generado por los equipos electrónicos de la sala (por ejemplo, consolas y accesorios) fuera de la sala, lo contrario a la recirculación de aire de algunos sistemas de aire acondicionado. Durante un quench, estos sistemas también ayudan a dispersar los gases rápidamente.

Figura 6.3. Sistemas de ventilación comerciales



Soluciones de extracción pasiva

Esta solución se basa en persianas de láminas móviles instaladas en el techo que se abren debido a la sobrepresión del helio gas durante un quench.

Un ejemplo de una solución de extracción pasiva, es una salida de gases que puede instalarse con salida a un pasillo y abrirse con una sobrepresión de 10 mbar.

Figura 6.4. Sistema de ventilación comercial de extracción pasiva



Tuberías de quench

Esta solución se basa en una tubería conectada directamente al imán, que luego se conduce al exterior del edificio. Es importante tener en cuenta lo siguiente:

- Idealmente, el helio extraído desde el imán debe ser sacado directamente al exterior del edificio, en el caso de que se produzca un quench.
- La conducción de salida al exterior del edificio, debe tener un diámetro lo suficientemente grande para evitar la acumulación de presión excesiva debida a la impedancia de flujo del conducto.
- A la ubicación de la salida exterior del conducto solo debe tener libre acceso el personal de servicio, además la apertura de salida debe estar protegida para evitar la entrada de lluvia, nieve o cualquier tipo de escombros que puedan bloquear el sistema.
- También es esencial, asegurar que ningún gas emitido por la conducción de extracción pueda entrar en cualquier toma de aire del sistema de aire acondicionado o ventilación. La ubicación de la salida del conducto debe elegirse estratégicamente para evitar que esto pueda ocurrir durante cualquier condición atmosférica o en caso de viento.
- La tubería de extracción accesible debe estar aislada para evitar quemaduras por frío durante un quench.

Figura 6.5. Tuberías de emergencia de quench



Extracción de gases del foso del imán

Debe prestarse especial atención a la ventilación y extracción de emergencia cuando los imanes están situados dentro de un foso. Los fosos de los imanes son espacios confinados con un posible incremento del riesgo de falta de oxígeno, si no se toman las medidas de extracción adecuadas.

- El nitrógeno es más denso que el aire y comienza a llenar el foso desde el fondo durante el enfriamiento previo o en el llenado normal de nitrógeno
- **Es esencial disponer de un sistema de extracción en la parte inferior del foso para evacuar eficientemente el nitrógeno gas y prevenir la falta de oxígeno y la sofocación.**

Aire acondicionado como extractor

Es recomendable que el sistema de aire acondicionado sea adecuado para disipar la acumulación súbita de gas durante un quench. Además, el aire acondicionado debe tener la característica de seguridad de **extraer hacia fuera todo el aire** de la sala e **introducir aire fresco** durante un quench, en lugar de solo recircular el aire a través del sistema. El aire acondicionado puede, por ejemplo, estar conectado a un sensor de nivel de oxígeno.

Monitor de oxígeno y sensores de nivel

6.5

Dentro de la sala del imán es necesario tener un monitor de oxígeno o un sensor de nivel. Como mínimo debe de disponerse de los siguientes sensores:

Encima del imán:	Un sensor de nivel de oxígeno debe estar situado encima del imán, para detectar niveles de oxígeno bajos debidos altos niveles de He gas.
Cerca del suelo:	Un sensor de nivel de oxígeno situado a aproximadamente 30 cm del suelo de la sala del imán.
En la parte inferior del foso:	Un sensor de nivel de oxígeno adicional a aprox. 30 cm de la parte inferior del foso, en el caso de que el imán esté situado dentro de uno.

Figura 6.6. Ejemplo de algunos monitores de oxígeno y sensores de nivel



Estos monitores y sensores se colocan generalmente fuera de la línea de 0,5 mT (5 G). Verifique con el fabricante de original de estos equipos la información sobre los efectos de los campos magnéticos sobre estos dispositivos.

Aire acondicionado

6.6

La presión de aire y temperatura constante son consideraciones importantes para obtener unos buenos resultados de funcionamiento. Idealmente, la temperatura absoluta de la sala debe estar en el rango de 17 – 25 °C . Para sistemas de 300 – 500 MHz la temperatura debe mantenerse dentro de +/- 1 °C, y para sistemas de 600 MHz y superiores dentro de +/- 0,5 °C.

Debe mantenerse una velocidad de intercambio de aire de 3 – 5 veces el volumen de la sala por hora.

Accesos de servicio y ventilación

Es necesario un mínimo de humedad del 30% con un máximo del 80%. Condiciones distintas de estas pueden justificar la instalación de un aire acondicionado con los filtros adecuados. El suministro de alimentación del sistema de aire acondicionado debe ser distinto del de alimentación del espectrómetro. Si instala un sistema de aire acondicionado es importante considerar el calor generado por la electrónica del AVANCE™, la **Tabla 6.3** lista el calor generado por los distintos sistemas. El sistema debería funcionar continuamente para mantener estable la temperatura y humedad en el entorno del imán y no cambiarla rápidamente. No permita que el flujo de aire de cualquier sistema de calefacción o refrigeración lleve directamente sobre el imán o la consola.

Los sistemas AVANCE™ estándar y los accesorios pueden generar un calor significativo, según se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6.3. Calor generado por Sistemas AVANCE™

Sistema	Calor generado
AVANCE (con 3 canales y BCU05)	2.93 kW de media
Consola imagen	1.0 kW de media
Consola de alta potencia	1.5 kW de media
BCU05	0.5 kW de media
Gilson	~0.5 kW de media
Unidad criorefrigeración criosonda	0.5 kW de media Picos de 1.5 kW
Compresor de He	7.5 kW de media Picos de 8.5 kW

La temperatura de cualquier flujo de aire o nitrógeno conectado a la sonda debe ser estable. Esto es particularmente importante si el flujo de gas comprimido se conduce dentro de la sala del imán desde fuera del edificio.

Cambios de la presión atmosférica

6.6.1

Los cambios rápidos de temperatura pueden provocar cambios en la presión atmosférica. La presión atmosférica alta puede reducir la evaporación del helio si el criostato del imán no está equipado con un dispositivo de presión atmosférica electrónico. La velocidad de evaporación puede ser incluso menor que el valor mínimo que puede medirse por el medidor de flujo. El dispositivo de presión atmosférica electrónico, que mantiene la presión a 1030 HPa, estabiliza la deriva (fluctuación) del campo y la evaporación del helio cuando se producen cambios en la presión atmosférica. Actualmente, el dispositivo de presión atmosférica está incluido en todos los imanes de 700 MHz de Bruker y está disponible, como opción, para los otros imanes.

Suelo y cimentación

7

Introducción

7.1

Existen ciertos factores que deben considerarse con respecto al suelo y la cimentación. Entre ellos, la capacidad del suelo y la cimentación en el lugar donde se va a colocar el imán y equipos auxiliares, la situación del imán con respecto a los materiales féreos de la estructura y cualquier influencia externa sobre el suelo y la cimentación.

Capacidad mínima del suelo

7.1.1

Como ya se ha indicado en la sección **"Peso del equipo" en la página 40**, el suelo debe ser lo suficientemente sólido para soportar el peso del equipamiento más el peso de cualquier dispositivo necesario durante la instalación, por ejemplo, carretilla elevadora, gruas, etc.

Una placa de **acero inoxidable** debajo del imán incrementará la capacidad mínima del suelo. Compruebe con su representante de Bruker BioSpin si estos detalles conciernen a su lugar de instalación.

Tabla 7.1. Diámetro, Peso del imán (lleno) y capacidad mínima del suelo

Imán	Diámetro del imán (m)	Diámetro del imán incluyendo la plataforma neumática (m)	Peso del imán lleno, con plataforma del imán y sistema de amortiguación de vibración (kg)	Capacidad mínima del suelo kg/m ²
300 MHz/54 mm US LH	0.72	0.72	310	431
300 MHz/54 mm US ULH	0.72	0.72	379	527
300 MHz/89 mm US LH	0.72	0.72	434	603
400 MHz/54 mm US LH	0.72	0.72	464	645
400 MHz/54 mm US ULH	0.72	0.72	494	686
400 MHz/89 mm WB LH	0.72	0.72	515	716
500 MHz/54 mm US LH	0.80	1.05	749	1026
500 MHz/89 mm US LH	1.10	1.10	749	749
600 MHz/54 mm US LH	0.91	1.22	1300	1383

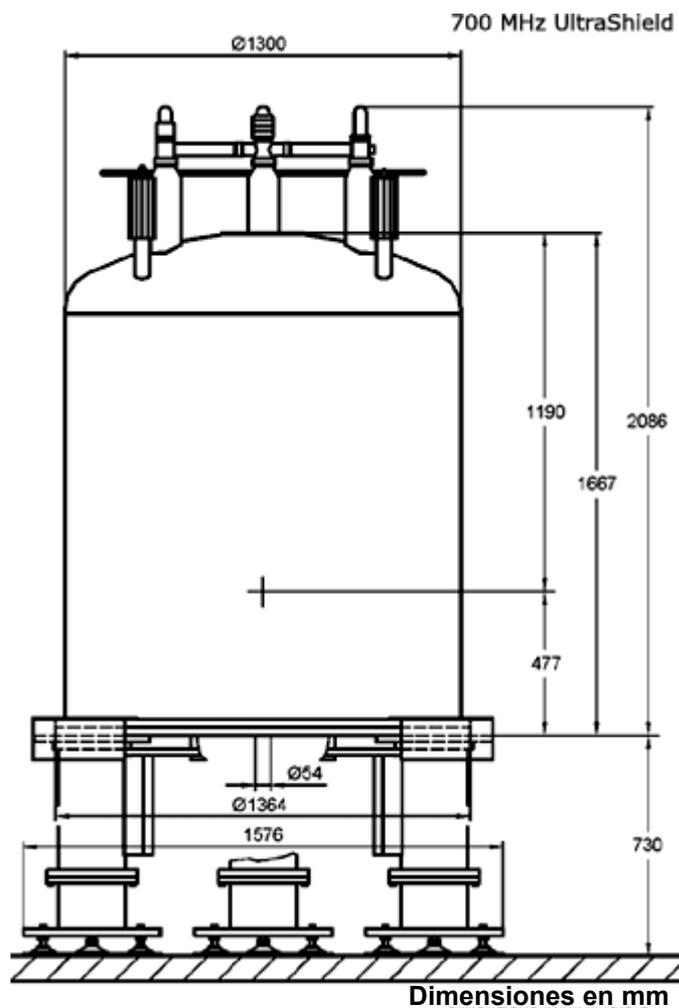
Suelo y cimentación

Tabla 7.2. Diámetro, Peso del imán (lleno) y capacidad mínima del suelo

Imán	Diámetro del imán (m)	Diámetro del imán incluyendo la plataforma neumática (m)	Peso del imán lleno, con plataforma del imán y sistema de amortiguación de vibración (Kg)	Capacidad mínima del suelo Kg/m ²
600 MHz/89 mm US LH	1.37	1.94	2500	860
700 MHz/54 mm US LH	1.37	1.94	3200	1100

LH= Long Hold, ULH= Ultra Long Hold, US = Ultra Shield™
 Para información sobre otros imanes no incluidos en la lista, por favor, contacte con Bruker BioSpin.
 ¡Todas las medidas en metros!

Figura 7.1. Ejemplo de imán de 700 MHz UltraShield



Situación del imán respecto de las estructuras del suelo y de cimentación 7.1.2 7.1.2

Cuando establezca la ubicación del imán tenga en consideración la presencia de estructuras de hierro permanentes, como vigas en paredes y suelos, refuerzos concretos o tuberías y cableados en el suelo. De igual modo deben comprobarse la situación de cualquier radiador o unidad de aire acondicionado, ya que no deben estar situados dentro de la línea de 5 mT (50 G).

Tipos de suelo7.1.3

Generalmente, debe usarse un material para el suelo que sea resistente al nitrógeno líquido, como PVC o madera que haya sido pintada o barnizada. No debería usarse madera sin tratar, ya que absorbería el nitrógeno líquido. Esto también implica, que los suelos de madera deben mantenerse regularmente para ayudar a prevenir la absorción.

Descarga electrostática (ESD)

Muchos de los componentes del sistema contienen dispositivos electrónicos altamente sensibles que deben estar protegidos frente a ESD por un suelo con una cubierta de protección y conexión a tierra adecuadas. Los efectos de la electricidad estática pueden macroscópicamente ser experiencias familiares, como una tormenta eléctrica, pero microscópicamente, los eventos estáticos se producen cada día. Experiencias normales pueden incluir el que se pegue la ropa, el polvo acumulado en el monitor de nuestro ordenador, una descarga “estática” inesperada cuando tocamos un objeto como el tirador de una puerta, u otros objetos.

Cuando se produce el contacto y la separación entre dos materiales, tiene lugar una transferencia de electrones desde los átomos de la superficie. Este fenómeno se denomina como generación triboeléctrica. La falta de equilibrio de electrones resultante es lo que se llama una **carga electrostática**. Esta carga electrostática superficial es positiva o negativa dependiendo de si hay deficiencia o exceso de electrones libres respectivamente. Nos referimos a esta carga estática como **electricidad estática**, ya que tiende a permanecer en reposo a menos que actúe sobre ella una fuerza externa.

La cantidad de carga generada durante el proceso de fricción y separación depende de la duración del contacto, los materiales implicados, la humedad relativa, y la textura de los materiales. Cargas estáticas de hasta 30,000 V no son valores tan extraños y pueden generarse simplemente por el hecho de caminar por el suelo, sin embargo, una descarga de solo 10 V puede destruir un dispositivo sensible a ESD de clase 1.

La siguiente tabla ilustra algunas actividades normales en una sala en lo que respecta a los niveles de carga triboeléctrica de operadores y objetos dados en voltaje y dependiendo de la humedad relativa.

Tabla 7.3. Voltajes electrostáticos normales

Evento	Humedad relativa		
	10%	40%	50%
Caminar sobre moqueta	35,000V	15,000V	7,500V
Caminar sobre suelo de vinilo	12,000V	5,000V	3,000V
Movimientos del trabajador en la mesa de escritorio	6,000V	800V	400V
Fuente: Terry Welsher, Bell Labs, Lucent Technologies, 12/2/97			

La electricidad estática es en esencia invisible, aunque a menudo vemos sus efectos y podemos sentir y medir su presencia o el campo electrostático. Ya que se genera poniendo los electrones de una superficie en estado de desequilibrio, no es un estado natural o estable. Los materiales con un desequilibrio de electrones, volverán, cuando sea posible, a un estado de equilibrio. Cuando esto se hace rápidamente, se produce una corriente o una chispa asociada con una descarga electrostática (ESD) rápida. Se puede sentir esta corriente si la descarga que se produce es superior a 3,000 V. Las descargas electrostáticas inferiores a este nivel, están por debajo del umbral de sensibilidad humana, pero aun así son letales para la electrónica y los dispositivos semiconductores asociados.

Control de ESD

Un material que inhibe la generación de cargas estáticas de generación triboeléctrica, se clasifica como antiestático. Las descargas electrostáticas (ESD) se controlan por diversos métodos, prevención de carga, conexión a tierra, apantallamiento y neutralización.

- Podemos **prevenir la generación de carga** eliminando actividades innecesarias que generan cargas eléctricas, retirando materiales innecesarios que son conocidos generadores de carga y usando materiales antiestáticos.
- Trabajando con **conexión a tierra** solo en conductores. Esto simplemente significa que una todos los conductores juntos (a un punto común), de modo que las descargas electrostáticas fluyan desde y a través de los conductores a un punto común y por tanto todos al final estarán al mismo nivel. El cuerpo humano es un conductor frecuente que debe conectarse a tierra, esto es, antes de trabajar en el interior de la consola del espectrómetro.
- El **apantallamiento** se usa para prevenir que se cargue un dispositivo sensible al exponerlo a campos electrostáticos externos o al tocarlo con un objeto cargado durante el transporte o almacenamiento. Esto se hace usando el concepto de la caja de Faraday. Normalmente se usan bolsas de apantallamiento metalizadas para proteger estáticamente componentes electrónicos sensibles y sus montajes creando un efecto de caja de Faraday. Las tarjetas electrónicas y los accesorios de Bruker, por ejemplo, se envían en bolsas apantalladas.
- Los materiales no conductores, deben **neutralizarse** de alguna otra manera. Como no conducen la electricidad, la conexión a tierra no es un método adecuado. El método más normal de neutralización de aislantes es por medio de la

ionización. Una zona se inunda con un flujo de partículas cargadas positivas y negativas alternativamente (iones). Un material cargado atraerá entonces iones de polaridad opuesta y se neutralizará rápidamente. Generalmente estas medidas extremas solo son necesarias en áreas de producción de electrónica.

Para prevenir daños por ESD en la sala del imán, el sistema debe instalarse en un suelo resistente a ESD como el vinilo y conectado a tierra adecuadamente. Una de las características más importantes de un **suelo resistente a descargas electrostáticas** es su facilidad para conducir las cargas a tierra. El segundo aspecto más importante es su **propiedad antiestática**. Uno de los principales mecanismos de generación de carga es la **generación triboeléctrica** o tribocarga. Algunos ejemplos de **tribocarga** son personas caminando por el suelo y carros transportando dispositivos sensibles rodando por el suelo. Dependiendo de donde estén situados los materiales en contacto con el suelo en las triboserias, pueden alcanzarse voltajes mayores de 30,000 V. Si el suelo tiene la propiedad de ser antiestático, la tribocarga involucrada será mucho menor. Los documentos estándares para ayudarle a elegir el suelo son ANSI/ESD S7.1-1994, AATCC Step Test - Method 134-1979, ANSI/EIA-625-1994, MIL-STD-1686, MIL-HDBK-263B, y el libro de Control de descarga electrostática de AT&T (Electrostatic discharge Control Handbook)

Factores externos que afectan al suelo y a la cimentación

7.1.4

Cuando se sitúa un imán en un área con vibraciones altas que no pueden evitarse, por ejemplo, en las proximidades de un ascensor, coches de la calle, etc., use un revestimiento de hormigón de al menos 40 cm de espesor en la cimentación alrededor de los laterales con material aislante

Las vibraciones externas pueden provocar que se module el campo en la muestra. Esto puede producir bandas laterales de vibración a ambos lados del pico de la señal principal. Las bandas laterales, que se sitúan a la frecuencia de vibración, siempre muestran el mismo patrón, esto es, las bandas laterales derecha e izquierda están invertidas entre sí. Las bandas laterales vibratorias no tienen una fase coherente y sus alturas relativas se reducirán al aumentar el número de escanes.

Cuando se aprecian problemas potenciales de vibración, se recomienda el procedimiento siguiente:

1. Identifique las posibles fuentes de vibración (remítase a la sección **"Fuentes de vibraciones" en la página 64**).
1. Si prevé el problema, entonces considere medir el nivel de vibración en el lugar de instalación de la RMN (remítase a la sección **"Medida de las vibraciones en el lugar de ubicación" en la página 64**).
2. Una vez establecida la intensidad y frecuencia de las vibraciones, puede considerar la instalación de un equipo de amortiguación de vibraciones (remítase a la sección **"Medidas para amortiguar las vibraciones" en la página 65**).

El suelo del lugar de ubicación debe ser, por supuesto, lo suficientemente fuerte para soportar la consola del AVANCE™, el imán y el equipamiento auxiliar (ver **Tabla 3.4** y **Tabla 3.5**). El suelo debe ser también, tan rígido como sea posible, para reducir el efecto de las vibraciones. Los suelos de madera tienden a tener frecuencias de resonancia de 10 – 15 Hz, Mientras que suelos de hormigón muestran una frecuencia de resonancia en el rango de 30 – 50 Hz. Ya que las frecuencias altas son mucho más fáciles de amortiguar por los distintos métodos disponibles, los suelos de hormigón producirán menos problemas de vibración que los suelos de madera.

Por supuesto, el suelo debajo del imán debe estar nivelado. Preste atención particular, si va a colocar el imán en un departamento de química. Algunos laboratorios tienen desnivel en el suelo para facilitar la recogida de agua.

El efecto de las vibraciones en las prestaciones de RMN dependerá de diversos factores:

1. **Necesidades del cliente:** En último extremo, el cliente debe decidir que representa tener bandas laterales de vibración significativas en el espectro de

RMN. Esto depende principalmente del tipo de trabajo que vaya a realizar. Experimentos inversos y experimentos 2D son mucho más sensibles a la interferencia de las vibraciones que experimentos estándar 1D.

2. **Tipo de sistema:** El efecto de las vibraciones dependerá de la construcción, diseño y tamaño del imán. Los imanes más grandes (por ejemplo, 500, 600, 700 MHz) debido a su mayor sensibilidad, tienden a ser más susceptibles a los problemas de vibraciones.
3. **Materiales de construcción:** Los materiales usados en la construcción del lugar donde se va a instalar la RMN, juegan un papel importante en la determinación de la extensión de las vibraciones externas transmitidas al imán.

Fuentes de vibraciones

8.3

1. Pueden provocarse vibraciones ocasionales al mover sillas, puertas, mesas, etc., en el interior o alrededores de la sala del imán. Normalmente, este tipo de vibraciones es controlable, pero cuando planifique el sitio necesitará tener en consideración las actividades realizadas en las salas adyacentes a la de la ubicación del imán.
2. Generadores, compresores, ventiladores, maquinaria, etc., son fuentes de vibración mucho más regulares. Los compresores **no** deben situarse en la sala de RMN y, si están muy cerca de la sala, debe considerar instalarlos sobre un material que amortigüe su vibración. La vibración del aire puede estar provocada por el sistema de ventilación o por ventiladores (remítase a la sección sobre requisitos del aire acondicionado). Las ventanas de la sala del imán deben estar situadas y construidas de tal modo que no se produzcan fluctuaciones súbitas de la presión en caso de viento.
3. Idealmente, el lugar de ubicación debe estar a nivel del suelo o en la base del edificio para minimizar las vibraciones de la construcción. Los edificios de gran altura pueden oscilar a frecuencias inferiores a 1 Hz. Estas oscilaciones pueden ser apreciables en los pisos superiores y son imposibles de controlar. Para oscilaciones XY, ahora hay disponibles amortiguadores especiales, para más detalles, contacte con Bruker BioSpin.
4. Existen otras fuentes de vibraciones de fuentes externas, como coches, trenes, aviones, lugar donde está construido el edificio, etc.; Aquí el factor crítico es la distancia desde la fuente al lugar donde está instalada la RMN, así como el tipo de suelo a través del cual se transmiten las vibraciones.

Medida de las vibraciones en el lugar de ubicación

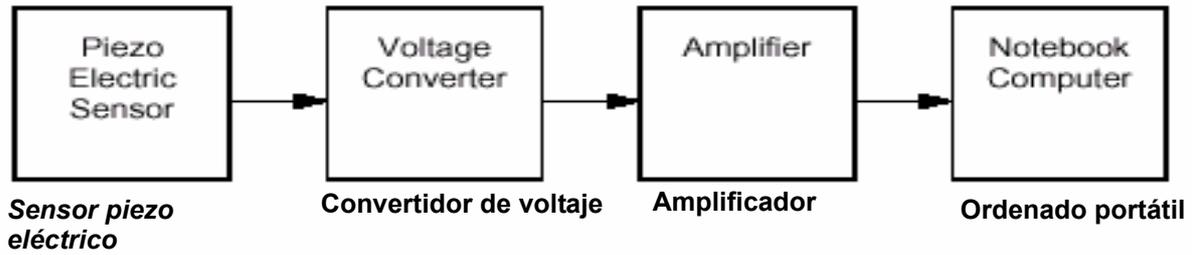
8.4

Medir el alcance de las vibraciones en la ubicación del imán es una cuestión relativamente sencilla. Necesitará un acelerómetro sensible acoplado a un analizador de señal.

Bruker BioSpin ha desarrollado un sistema portátil (ver [Figura 8.1](#)) que puede usarse en el sitio para medir las vibraciones. Puede contactar con su oficina local de Bruker BioSpin para más información sobre este servicio.

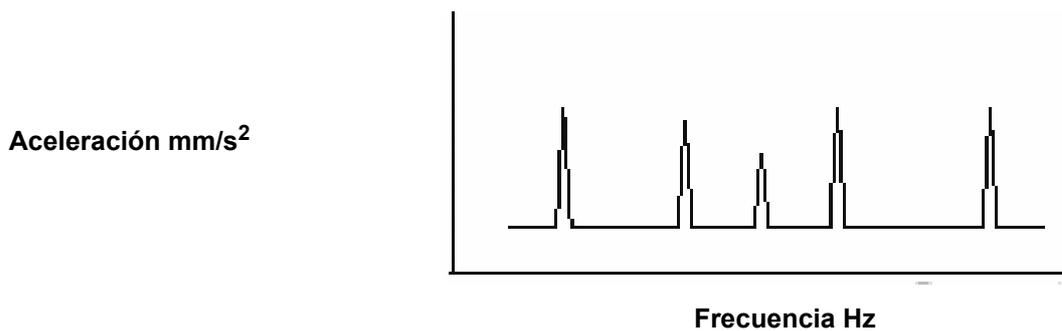
Es importante tener en cuenta que es **necesario medir tanto en dirección vertical como en dirección horizontal**.

Figura 8.1. Esquema del sistema de medida de vibraciones



El sensor piezoeléctrico se pone simplemente en el suelo en el lugar de ubicación del imán y se realiza una adquisición de 10 segundos. Si el imán ya está en su sitio y se han producido los problemas de vibraciones, entonces debe sujetar con una abrazadera el sensor directamente en la base del imán. La transformación de Fourier de la FID proporciona un trazado de aceleración frente a frecuencia como la de la figura de abajo.

Figura 8.2. Espectro de frecuencia de las vibraciones



Espectro de protón de CHCl_3 sin giro

La frecuencia de las vibraciones es muy útil en la determinación del éxito potencial de las distintas medidas que pueden tomarse para amortiguar la perturbación de las vibraciones. Estas medidas no se discutirán ahora.

Medidas para amortiguar las vibraciones

8.5

Cuando sea necesario, puede lograrse la amortiguación pasiva de las vibraciones instalando el imán en bloques de goma, amortiguadores neumáticos inflables o en postes aislantes de vibración (VIP). Si fuera necesario, estos dispositivos pueden ser fácilmente montados en un sistema ya instalado.

La amortiguación pasiva de las vibraciones puede conseguirse por tres métodos:

1. Colocando **"Plataformas antivibraciones"** debajo de la plataforma del imán
2. Montando el imán en unos **"Amortiguadores neumáticos"** inflables

3. Montando el imán en unos ***"Postes aislantes de vibración (VIP)"***

Independientemente de las medidas que se tomen, las vibraciones nunca pueden eliminarse del todo, únicamente pueden reducirse a un nivel aceptable.

Los dispositivos de amortiguación pasiva reducirán las vibraciones superiores a una frecuencia segura. Sin embargo, las frecuencias bajas y particularmente aquellas que se corresponden con la frecuencia de resonancia de los dispositivos amortiguadores, realmente se amplificarán. Por lo tanto es importante elegir el dispositivo de amortiguación correcto para acomodar la frecuencia de las vibraciones molestas.

Plataformas antivibraciones

8.5.1

La plataforma del imán se provee de plataformas circulares antivibración, principalmente para proteger el suelo. Estas, no obstante, proporcionarán alguna amortiguación para frecuencias por encima de 15 – 20 Hz.

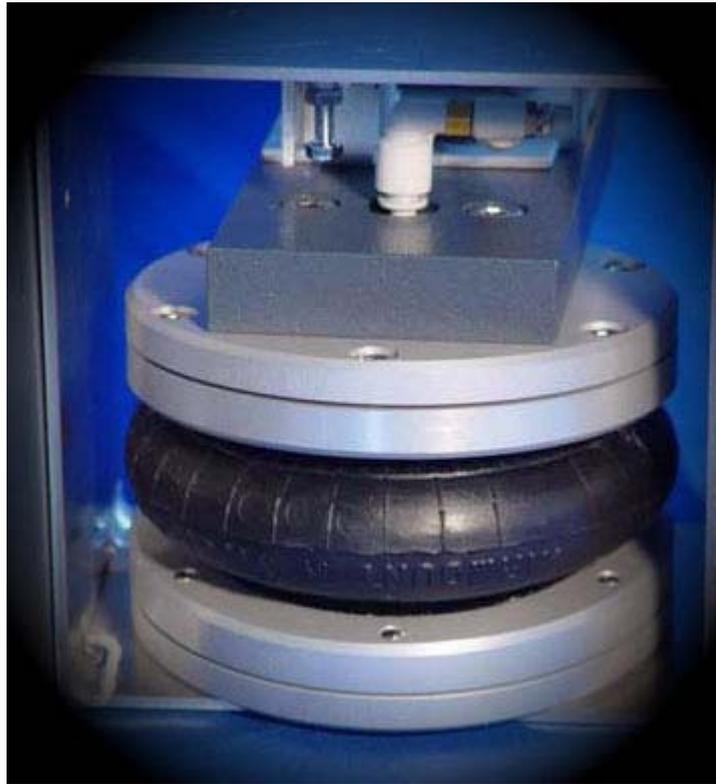
Plataformas antivibración adicionales de bloques de goma blanda, pueden amortiguar con éxito frecuencias por encima de 8 – 15 Hz. Sin embargo, ya que las plataformas de goma blanda pueden tener su frecuencia de resonancia en el rango de 8 – 15 Hz, estas pueden no ser idóneas si existen vibraciones externas a estas frecuencias.

Amortiguadores neumáticos

8.5.2

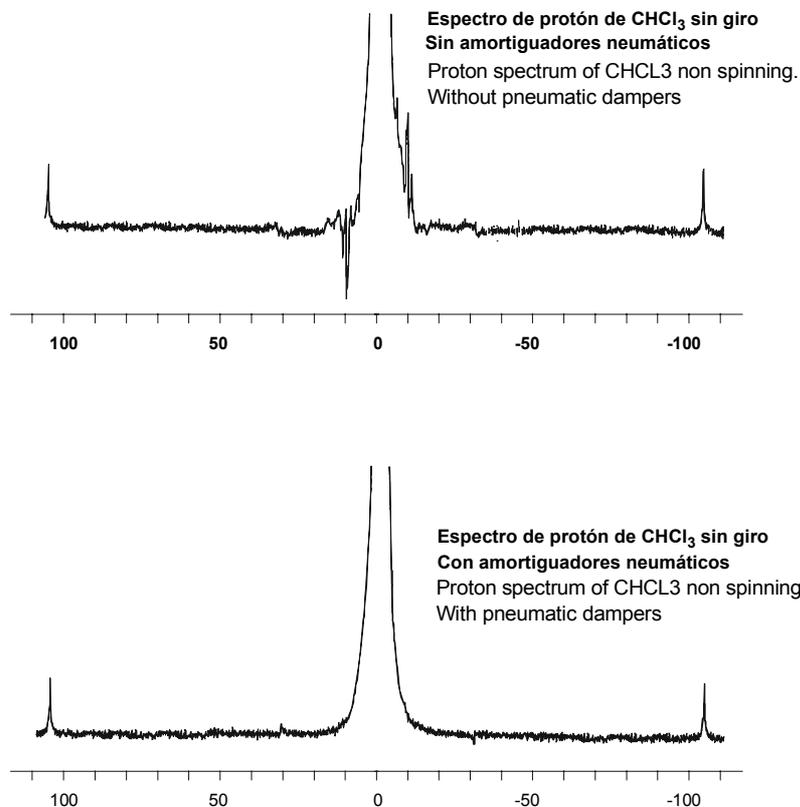
Suministrados por Bruker BioSpin, estos amortiguadores pueden alcanzar factores de amortiguación de hasta 10, para vibraciones de 8 Hz y superiores.

Figura 8.3. Amortiguadores neumáticos



El imán se soporta sobre tres patas de goma infladas a una presión en torno a 6 bar. Sin embargo, los amortiguadores pueden incrementar vibraciones a su frecuencia de resonancia de 4 – 6 Hz o inferiores. La **Figura 8.4.** es un ejemplo del efecto de los amortiguadores neumáticos en las bandas laterales de vibración.

Figura 8.4. Efecto de los amortiguadores neumáticos



Postes aislantes de vibración (VIP)

8.5.3

Este es un sistema mucho más elaborado, y está diseñado para mejorar las prestaciones de los espectrómetros de RMN expuestos a vibraciones del suelo preocupantes en el rango de frecuencia de 2 – 20 Hz. La ventaja de VIP sobre otros sistemas es su superior amortiguación en el rango por debajo de 10 Hz. Otros amortiguadores de vibración no son eficaces a estas bajas frecuencias. La **Figura 8.5.** demuestra los niveles de amortiguación de vibraciones verticales alcanzados por amortiguadores neumáticos y por postes aislantes de vibración respectivamente. Observe, sin embargo, que algunas frecuencias por debajo de 2 Hz, realmente se amplificarán.

Figura 8.5. Amortiguación de postes aislantes de vibración

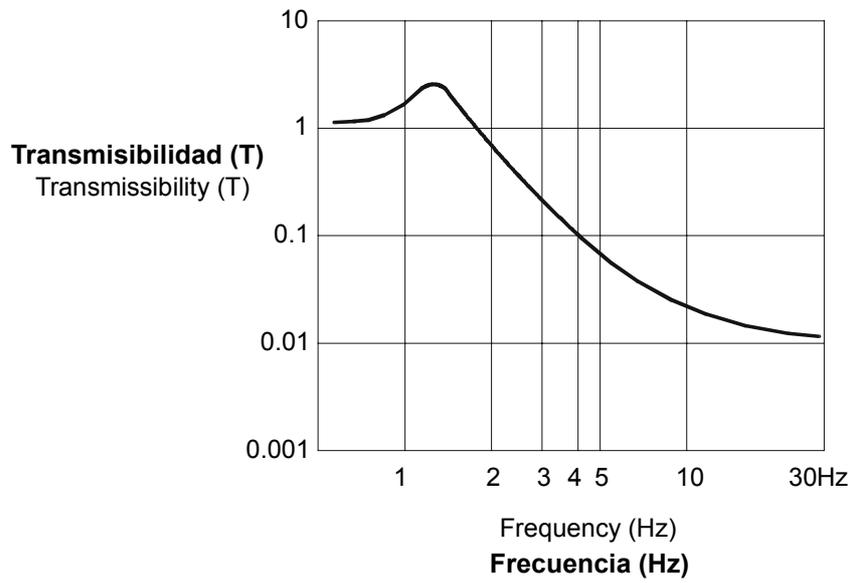
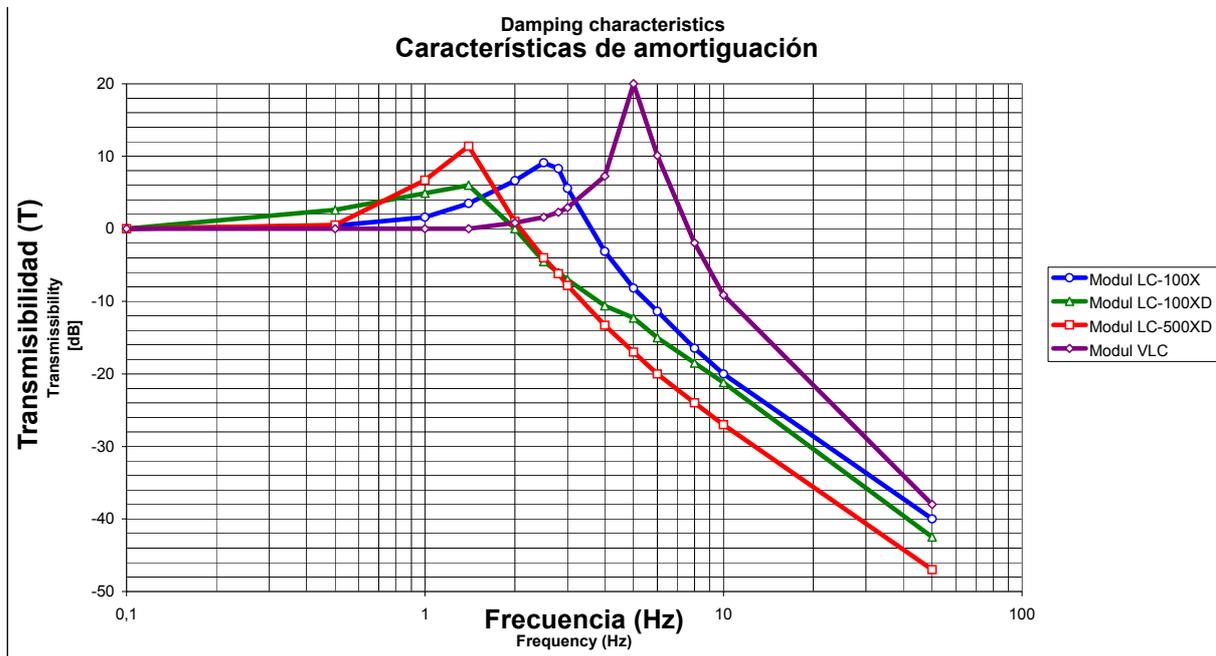


Figura 8.6. Características de amortiguación de amortiguadores neumáticos actuales



La **Tabla 8.1.** resume los rangos de frecuencia de imanes sobre los que los distintos amortiguadores medidos han demostrado ser efectivos.

Tabla 8.1. Lista de las medidas de amortiguación disponibles para las distintas frecuencias de imán

Imán	Plataformas de goma	LC50	LC50XD	LC 100	LC 100XD	LC 500
300 MHz/54 mm	Opcional	Opcional	----	----	----	----
300 MHz/89 mm	Opcional	Opcional	----	----	----	----
400 MHz/54 mm	Opcional	Opcional	----	----	----	----
400 MHz/89 mm	Opcional	Opcional	----	----	----	----
500 MHz/54 mm	Incluido	Opcional	Opcional	----	----	----
500MHz/89 mm	----	----	----	Incluido	Opcional	----
600 MHz/54 mm	----	----	----	Incluido	Opcional	----
600 MHz/89 mm	----	----	----	----	----	Incluido
700 MHz/54 mm	----	----	----	----	----	Incluido

Directrices

8.5.4

Es extremadamente difícil predecir el efecto de las vibraciones medidas en las prestaciones del equipo de RMN. Bruker BioSpin ha realizado estudios que muestran grandes variaciones en las perturbaciones, dependiendo de la frecuencia e intensidad de las vibraciones, así como del tipo de imán. En esos estudios se ha calculado la aceleración necesaria para producir lo que se pueden considerar bandas laterales de vibración significativas. Una banda lateral significativa fue definida como una señal cuya altura es el 10% de la altura de los satélites de ^{13}C en el espectro de protón del CHCl_3 . Los resultados de estos estudios fueron los siguientes:

Interpretación de los resultados de los análisis de vibración:

Las aceleraciones máximas se comparan al valor umbral necesario para alcanzar las prestaciones de RMN óptimas.

Valor umbral:

Por encima 1 mm/sec^2 activando los amortiguadores de vibración o los postes.

Aceleraciones esperadas en el imán:

Los amortiguadores de vibración reducirán las aceleraciones del suelo. Las aceleraciones del suelo deben multiplicarse por el factor de transmisibilidad del amortiguador, que depende de la frecuencia. .

Factor de transmisibilidad:

A mayor frecuencia, menor transmisibilidad (la mejor). Por favor, vea la **Figura 8.5**. No son deseables los picos de aceleración de frecuencia muy baja de 0 – 2 Hz, ya que las frecuencias de resonancia naturales de los dis-

tintos tipos de postes aislantes están dentro de ese rango. Esto amplifica las vibraciones del suelo a esas frecuencias en lugar de reducirlas.

Notas:

1. Todos los dispositivos antivibración de Bruker BioSpin pueden ser fácilmente acoplados con posterioridad a un sistema existente, si fuera necesario. Muchos espectrómetros, y particularmente aquellos con campos de 300 MHz, no necesitan estos dispositivos.

Los equipos más recientes de imanes de alto campo están diseñados para permitir la instalación en su base de módulos de aislamiento de las vibraciones. Estos módulos están disponibles como estándar para algunos imanes de 600 – 700 MHz y como una opción para imanes de 500 MHz. En prestaciones son comparables a los VIP (ver **Figura 8.5.**), pero ofrecen diversas ventajas. Son mucho más fáciles de instalar con posterioridad in-situ y requieren menos espacio extra alrededor del imán.

Mientras que los requisitos mínimos para un funcionamiento de RMN de rutina no son particularmente rigurosos, merece la pena optimizar el entorno del imán si es necesario realizar experimentos más sofisticados. El lugar de ubicación propuesto puede ser bastante adecuado para las necesidades actuales, pero siempre deben tenerse en consideración el desarrollo futuro de la RMN. La tendencia será indudablemente ir hacia intensidades de campo mayores que subsecuentemente tendrán mayores demandas de entorno.

Cada sitio es único y cada cliente tiene necesidades diferentes. Muy a menudo el cliente debe llegar a un compromiso entre las prestaciones del sistema y las realidades prácticas, ya que puede no ser factible retirar estructuras previamente instaladas.

La presencia de cualquier material ferromagnético en la vecindad inmediata del imán, disminuirá la homogeneidad del imán y puede degradar las prestaciones del sistema en su totalidad. El efecto de objetos tales como tuberías metálicas, radiadores, etc., puede superarse por una homogeneización adecuada, pero donde sea posible, estos deben evitarse.

Cuando se estime el efecto de los materiales ferromagnéticos deben tenerse en cuenta los siguientes puntos:

1. La intensidad de las interacciones depende enormemente de la distancia (por la 7ª potencia) mientras que varía en proporción directa con la masa. La distancia del objeto con respecto al imán es mucho más crítica que la masa misma del objeto.
2. El movimiento de material magnético provocará problemas mucho mayores que los de las masas estáticas. La distorsión causada por una masa estática, por ejemplo, un radiador puede salvarse normalmente, mientras que el efecto de un objeto en movimiento (por ejemplo, puertas metálicas, sillas, etc.) no se puede predecir.

Para ayudarle a planificar el sitio de ubicación se dan dos conjuntos de directrices en las siguientes secciones: a) **requisitos mínimos**, y b) **entorno aceptable**.

Por "entorno aceptable" se entiende un entorno cuyos requisitos los cumplen los lugares de ubicación de la mayoría de los clientes. Esta es una situación deseable, aunque no siempre se puede alcanzar.

Si no se pueden cumplir los requisitos mínimos, el cliente debería considerar una ubicación diferente, ya que pueden reducirse las prestaciones de la RMN.

Distribución de hierro estático:

No debe estar presente dentro de la región de 5 mT (50 G). Debería considerar retirar las tuberías de hierro que puedan encontrarse situadas dentro de estos campos antes de la instalación. Si el imán debe situarse cerca de una viga de soporte de hierro o acero es importante una alineación adecuada. Las vigas de soporte deben pasar a través de o ser simétricas a los ejes del imán.

El límite de 5 mT (50 G) es idóneo para una masa de hasta 200 kg. Para masas mayores el límite de área debe ampliarse acordemente. (La presencia de materiales magnéticos estáticos cerca del imán presupone que estas masas están firmemente aseguradas, p. ej., radiadores, tuberías).

Material magnético movable:

Para todos los sistemas de imán, no deben situarse objetos magnéticos movibles dentro de la región de 0,5 mT (5 G). Fuentes potenciales de hierro en movimiento son: puertas metálicas, cajoneras, mesas, sillas, etc. Para masas grandes (> 200 kg), el efecto de la distorsión puede notarse a campos tan bajos como 1 Gauss (0,1 mT). Para trabajos de alta precisión (por ejemplo, experimentos de NOE diferencia) puede estar justificado ampliar la región que no puede contener objetos metálicos movibles a 0,05 mT (0,5 G). La [Tabla 9.2](#) sirve como guía para materiales magnéticos movibles.

Objetos estáticos

La [Tabla 9.1](#) da una lista de las fuentes normales de distorsión magnética y los límites recomendados fuera de los cuales deben emplazarse estas fuentes. Se debe hacer énfasis, no obstante, en que tales recomendaciones representan una situación que puede no ser siempre alcanzable.

Tabla 9.1. Recomendaciones para objetos magnéticos estáticos

Objeto	Distancia real para imán Ultra Shielded
Vigas de hierro o acero	4m
Paredes reforzadas de acero	4m
Radiadores, tuberías de fontanería	4m
Mesas de metal, puertas de metal	4m
Archivadores, consolas de acero	4m
Objetos masivos, p. ej., calderas	4m

Objetos movibles.

La [Tabla 9.2](#) sirve como guía para objetos magnéticos movibles

Tabla 9.2. Recomendaciones para objetos magnéticos móviles

Objeto	Distancia real para imán Ultra Shielded
Puertas de consola de acero	3m
Puertas grandes de metal, carretilla de mano	4m
Ascensores*	8m
Coches, carretillas elevadoras*	8m
Trenes, tranvías*	8m

** Estos pueden ser, mas bien, una fuente de interferencias vibratoriales o electromagnéticas. Observe que los trenes que funcionan con DC., provocarán perturbaciones desde distancias muy grandes.*

Interferencias electromagnéticas

10

Visión general

10.1

La interferencia electromagnética (EMI) puede definirse como cualquier perturbación electromagnética que interrumpe, bloquea o de cualquier otro modo degrada o limita las prestaciones efectivas de los equipos electrónicos / eléctricos. Esta interferencia electromagnética puede inducirse intencionadamente, como en algunas formas de guerra militar electrónica, o inintencionadamente, como resultado de emisiones y respuestas falsas, productos de intermodulación y similares. Adicionalmente, también puede producirse EMI por fenómenos atmosféricos, como rayos y precipitación estática y por equipamiento que no es de telecomunicaciones, tal como vehículos y maquinaria industrial.

Efectos de las interferencias electromagnéticas

10.1.1

Los campos electromagnéticos fluctuantes (EMF) procedentes de dichos dispositivos, pueden interferir en la estabilidad del imán. De particular importancia son los cambios súbitos de carga, como la que puede producirse por ascensores, tranvías, metro, etc. El metro y el tranvía, que funcionan con corriente DC, generan cambios grandes y lentos en los campos magnéticos, principalmente al arrancar y parar los vagones (los sistemas que funcionan con corriente CA no causan estos problemas).

Fuentes de interferencia electromagnética

10.1.2

Causas posibles de interferencias electromagnéticas son las líneas de corriente, que pueden llevar cargas fluctuantes, transformadores de servicio pesados, motores eléctricos grandes, sistemas de aire acondicionado, etc. Algunos equipos de laboratorio, como espectrómetros de masas y centrifugas también pueden producir campos fluctuantes

Tipos de interferencia EMF

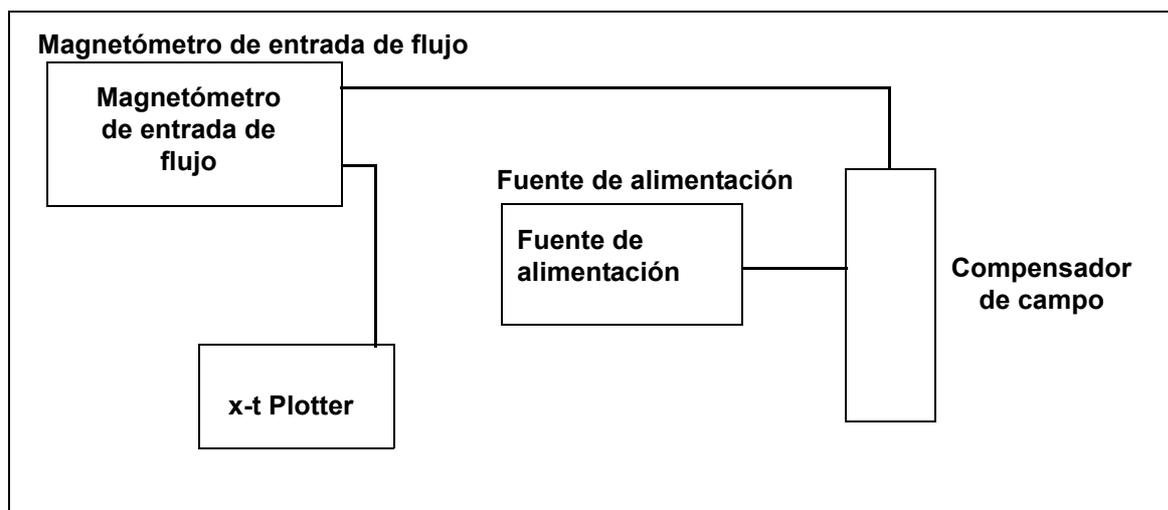
- Interferencia de DC
- Interferencia de 60 Hz
- Interferencia RF

La interferencia de DC generalmente se produce de equipos que funcionan con DC, como ascensores, tranvías, metros, etc. Como se ha indicado anteriormente, el resultado es a menudo, cambios grandes o pequeños en el campo magnético, principalmente durante el arranque y parada de los vagones.

Otro problema potencial es que haya gradientes de fluctuación si la perturbación no es homogénea.

Las medidas de EMF DC deben realizarse utilizando un magnetómetro de entrada de flujo. La figura siguiente es una representación simple de cómo pueden medirse variaciones locales en el campo magnético, en el lugar propuesto. En determinadas regiones este servicio puede proporcionarlo Bruker BioSpin.

Figura 10.1. Medida de las variaciones del campo magnético local



Las variaciones de la intensidad del campo magnético frente al tiempo se representan en un x-t-plotter.

El compensador de campo se utiliza para anular el campo magnético de conexión a tierra que de otro modo puede inundar cualquier variación local (si el imán está ya está instalado, y se presentan los problemas, entonces puede hacerse funcionar el compensador de campo a una distancia de 2 – 3 metros desde el imán.)

Cuando se determina el efecto de los campos magnéticos fluctuantes, hay dos parámetros importantes: el tamaño de la fluctuación y la velocidad de cambio (gradiente).

Nota: 10 G = 1 mT

1. Cambios en el campo de 0,5 mG, independientemente del gradiente, se consideran generalmente inocuos para trabajos de RMN estándar. Igualmente, con imanes Ultra Shielded, Ultra Apantallados, (únicamente), cambios de campo de hasta 10 mG se consideran inocuos. El efecto de tales cambios puede ser observable solo en los experimentos más críticos como experimentos de NOE diferencia.
2. Para cambios de campo mayores de 5 mG el sistema de referencia compensará las fluctuaciones, siempre que el gradiente sea menor de 5 mG/s (10 mG para imanes UltraShielded).
3. Para gradientes de campo mayores de 5 mG por segundo (10 mG para imanes UltraShielded), las prestaciones de RMN pueden verse afectadas.

La **Tabla 10.1.** lista las distancias mínimas a las que se debe colocar el imán con respecto a las posibles fuentes de interferencia electromagnética.

Tabla 10.1. Distancias mínimas de las fuentes de interferencia electromagnética

Fuente de interferencia	Distancia mínima recomendada para imanes Ultrashielded
Tranvías, metro*	100 m
Ascensores, carretillas elevadoras**	8 m
Espectrómetros de masas (rampa lenta)	10 m
Espectrómetros de masas (vuelo rápido)	30 m
*Los tranvías y el metro son también una fuente de interferencia vibracional (remítase a la sección "Vibraciones" en la página 63) ** Dependiendo de la geometría y material del ascensor, estas especificaciones pueden variar.	

Reducción de interferencias DC

10.2.3

Generalmente, el uso de imanes UltraShield reduce ampliamente el problema de interferencia de DC. Existen otros métodos, y algunos se están estudiando, pero hasta ahora todos han sido menos efectivos que los imanes UltraShield de Bruker. Por favor, para información adicional contacte con su representante de Bruker.

Interferencias de 50/60 Hz

10.3

Las interferencias de 50 / 60 Hz provienen principalmente de cableados eléctricos, transformadores y luces fluorescentes en el área del sistema del imán. Además, el campo magnético modula estas interferencias, incrementando las probabilidades de perturbación.

Las medidas de EMF de 50 / 60 Hz deben realizarse en la sala de RMN propuesta con la líneas de corriente activas utilizando un medidor portátil. Las ubicaciones específicas que deben comprobarse, incluyen:

- Imán
- Consola
- Pared interior de la sala de RMN
 - 2" de la pared
 - 4" de la pared
- Aproximadamente 3,8 cm por debajo de la luz de la sala en las direcciones X, Y y Z
- Cerca de la salida eléctrica de 230 V de la pared, en las direcciones X, Y y Z.

Sobre la base de los estudios de laboratorio, el umbral de amplitud para causar interferencia es de 1.8 mG RMS. Por lo tanto, los límites aceptables deben estar, siempre que sea posible, por debajo de este valor.

El imán tampoco debe situarse directamente debajo de luces fluorescentes, que pueden causar algo de interferencia EMF de 50 / 60 Hz, y aún más importante, pueden quemarse durante un quench.

El objetivo general de reducir la interferencia de 50 / 60 Hz es apantallar la fuente de interferencia del sistema del imán. El hierro dulce ha demostrado ser efectivo en reflejar la interferencia de 50 / 60 Hz, y de este modo proporcionar una protección eficaz para el imán. Actualmente Bruker está investigando nuevos modos de medir y reducir los efectos de las interferencias de 50 / 60 Hz.

Ya que los equipos de RMN son efectivamente receptores de radiofrecuencia muy sensibles, otra posible fuente de interferencia es la **Interferencia de Radiofrecuencia** (IRF) La mayoría de las IRF provienen de emisoras de radio o televisión locales, así como de señales emitidas por sistemas de busca personales o teléfonos celulares. Los dispositivos eléctricos situados en el área inmediata pueden también ser una fuente de alguna interferencia.

Aunque los efectos de la interferencia dependerán ampliamente de la intensidad de la transmisión, como norma general solo las emisoras de transmisión situadas dentro de un radio de aproximadamente 5 Km. pueden normalmente ser una fuente de interferencia. De particular importancia serán las interferencias a frecuencias en las que se realizan los experimentos de RMN.

Una fuente adicional de interferencia es la que se produce entre dos espectrómetros situados uno cerca del otro y funcionando a la misma frecuencia. Donde sea posible, esta situación debe evitarse.

Medida de los campos fluctuantes RF

10.4.1

Las medidas de la interferencia por radiofrecuencia deben realizarse utilizando un analizador de espectro.

Directrices: Interferencias RF

10.4.2

Como norma general debe comprobarse el lugar de ubicación a las frecuencias de funcionamiento respectivas mostradas en la **Tabla 10.2**. El nivel de cualquier IRF debe atenuarse a una intensidad de campo eléctrico de -64 dBm al lado del imán.

Tabla 10.2. Frecuencias de funcionamiento de los espectrómetros de RMN

Frecuencia (MHz)	Rango de frecuencia (MHz)
300	12 a 325
400	12 a 430
500	12 a 538
600	12 a 645
700	12 a 751

Como ejemplo, considere que muchos países transmiten señales de radio FM en el rango de 80 – 110 MHz. En un equipo de 400 MHz, la frecuencia de RMN del ^{13}C es de 100,577 MHz y por tanto las medidas de ^{13}C pueden sintonizar interferencia de emisoras de radio locales. Apantallar un local de las posibles interferencias de RF es complicado y caro. Cuando se diseñan los equipos se pone un cuidado especial en proporcionar una protección adecuada y el equipo raramente sufre estas interferencias en entornos de RF normales. Además, el sistema de referencia digital BSMS suministrado como estándar con todos los equipos AVANCE™ permite un desplazamiento de 2 Hz de la frecuencia de referencia dentro de ciertos límites. Esto, a menudo, puede permitir una variación suficiente en la intensidad del campo magnético absoluto para desplazar la señal de RMN fuera de las frecuencias de las emisoras locales. Cuando planifique el lugar de ubicación, tenga en cuenta la distancia desde el sitio a los transmisores de radio o TV locales y también las frecuencias a la que se transmiten las señales. La **Tabla 10.3** contiene una lista de los núcleos más normalmente estudiados y sus frecuencias correspondientes para un rango de sistemas.

Si la interferencia RF es un problema, entonces una posible solución es apantallar la sala del imán con una caja de Faraday, aunque tener que tomar tales medidas es bastante raro.

Los problemas resultantes de situar dos espectrómetros muy próximos pueden a menudo superarse alterando ligeramente la intensidad del campo de uno de los imanes cuando este se está cargando en el sitio del cliente. De este modo las frecuencias de resonancia de los dos espectrómetros no coincidirán.

Tabla 10.3. Lista de núcleos normalmente estudiados y sus frecuencias de resonancia correspondientes

Nucleo	Frecuencia de RMN (MHz)				
	300.000	400.000	500.000	600.000	700.000
1H	300.000	400.000	500.000	600.000	700.000
2H	46.051	61.402	76.753	92.102	115.128
11B	96.251	128.335	160.419	192.502	240.627
13C	75.432	100.577	125.721	150.864	188.580
15N	30.398	40.531	50.664	60.796	75.996
19F	282.231	376.308	470.385	564.462	705.576
27Al	78.172	104.229	130.287	156.344	195.429
29Si	59.595	79.460	99.325	119.190	148.986
31P	121.442	161.923	202.404	242.884	303.606

Puede ser posible reducir el ruido EMI apantallándolo o quizás cortar la fuente de ruido si se genera por un equipo próximo al espectrómetro.

Si sospecha que tiene una fuente de interferencia situada cerca del imán, debe contactar con su oficina de Bruker BioSpin.

Directrices: Referencia digital BSMS

10.5

El efecto de las interferencias electromagnéticas se ha reducido ampliamente con la introducción de la referencia digital que está incluida como estándar en todos los espectrómetros AVANCE™.

La referencia digital es menos susceptible a las perturbaciones del campo magnético externas que las referencias convencionales. El efecto de cualquier inestabilidad es disminuido considerablemente por un factor que depende de la sustancia de referencia. Los productos de referencia con concentraciones altas y con tiempos de relajación largos son los que mejor muestran esta mejora. Por lo tanto cumplir las normas de referencia convencionales ([Tabla 10.1.](#)) será más que suficiente para una referencia digital

Las espectrómetros de masa de cuadrupolo no producen un barrido del campo magnético y por lo tanto no interfieren con las prestaciones de la RMN. Sin embargo, los espectrómetros de masas de escanes emiten un barrido de campo y pueden causar problemas con mayor facilidad. La influencia de estos equipos dependerá del tamaño, orientación y modo de funcionamiento. Los espectrómetros de escalado ascendente y descendente lento deben situarse al menos a 10 m del imán. De gran importancia son aquellos sistemas que apagan súbitamente el campo (regreso de vuelo), lo opuesto a usar uno de rampa lenta. Estos equipos no deben situarse en un radio de 30 m alrededor del imán

Mantenimiento de criogénicos e imán

11

Propiedades generales de las sustancias criogénicas

11.1

Los imanes superconductores usan helio y nitrógeno líquido como agentes de refrigeración para mantener el núcleo del imán a temperaturas muy bajas. Los líquidos criogénicos, incluso cuando se mantienen en vasos de almacenamiento aislantes (vasos dewar), permanecen a la temperatura constante de sus respectivos puntos de ebullición y se evaporan gradualmente. Estos líquidos expanden su volumen por un factor de 700 cuando se evaporan y se les deja calentarse a temperatura ambiente.

Los gases no son tóxicos y son completamente inocuos siempre que se disponga de una buena ventilación que evite la sofocación. Durante el funcionamiento normal se evaporan únicamente 3 – 5 m³ /día de nitrógeno, pero durante un **quench**, se produce una cantidad extremadamente grande de helio gas (esto es, de 43 – 595 m³, dependiendo del tipo de imán), en un periodo de tiempo corto. Las ventanas y puertas son suficiente para ventilar incluso después de un quench, pero el sistema del imán nunca debe instalarse en una sala hermética.

La ubicación del imán debe seleccionarse de tal modo que la puerta y la ventilación sea fácilmente accesible desde todos los puntos de la sala.



¡No use criogénicos que hayan sido almacenados en contenedores de alta presión para líquidos criogénicos! Si no hay otros contenedores disponibles, debe liberar completamente la presión antes de conectar el contenedor de transporte de alta presión al criostato. No hacerlo, puede suponer riesgo de explosión para el sistema del imán y puede causar daños severos.

La "**Distribución de la sala**" y la "**Altura del techo**" y la altura del imán deben ser de tal forma que sea posible una fácil transferencia de nitrógeno y helio líquido. Esto reducirá considerablemente el riesgo de accidente.

El personal que trabaja con criogénicos debe conocer las siguientes propiedades de estas sustancias:

Mantenimiento de criogénicos e imán

Tabla 11.1. Tabla de propiedades de las sustancias criogénicas

Propiedades	Nitrógeno	Helio
Peso molecular	28	4
Punto de ebullición normal (°C / °K)	-196 / 77	-269 / 4.2
Relación de expansión aproximada (volumen de gas a 15 °C y presión atmosférica producido por unidad de volumen de líquido a punto de ebullición normal)	680	740
Densidad del líquido a su punto de ebullición normal (kg m ⁻³)	810	125
Color (líquido)	Ninguno	Ninguno
Color (gas)	Ninguno	Ninguno
Olor (gas)	Ninguno	Ninguno
Toxicidad	Muy baja	Muy baja
Riesgo de explosión con material combustible	No	No
Presión de ruptura si el líquido o el gas frío se bloquea	Sí	Sí
Riesgo de incendio: combustible	No	No
Riesgo de incendio: presenta ignición directamente	No	No
Riesgo de incendio: licua oxígeno y presenta ignición	Sí	Sí

Para más información sobre líquidos criogénicos, remítase al manual del imán.

Introducción al mantenimiento del imán

11.2

El helio y el nitrógeno líquidos se utilizan para enfriar el imán de modo que se mantenga superconductor. El rellenado con criogénicos es la única operación de mantenimiento regular requerida por el imán. El procedimiento a utilizar para el llenado representa una consideración importante en la planificación del sitio de ubicación del imán.

Algunos clientes, prefieren contratar el mantenimiento de criogénicos a un suministrador externo local. Otros pueden decidir instalar un suministro de criogénicos permanente en el sitio. El helio, en particular, es caro y reciclar el gas evaporado es a menudo económicamente viable. Las consideraciones financieras dependen principalmente del precio y disponibilidad de helio líquido, y deben considerarse en cada caso individualmente. Sin embargo, en general, en una zona con posibilidades de suministro regular de helio, las pequeñas pérdidas del imán no consumirán suficiente helio como para pagar el costo de instalación de un **Sistema de recuperación de helio gas**. Para información adicional sobre estos sistemas, contacte con Bruker BioSpin.

Por supuesto, los tanques de almacenamiento deben situarse bien lejos de la sala del imán. Donde se disponga de un suministro interno de nitrógeno, el cliente debe decidir si canaliza el nitrógeno líquido directamente a la sala del imán o utili-

za dewars de transporte. La experiencia demuestra que la última opción es la más sencilla. Utilizando dewars de transporte es más fácil mantenerse al tanto de la velocidad de evaporación de criogénicos cuando se llena el imán regularmente con un dewar de volumen fijo.

Por favor, para más información acerca de los procedimientos de llenado de líquidos criogénicos, visite nuestra página de Internet <http://www.bruker-biospin.com/nmr/products/magnets.html> o lea el manual del imán suministrado con su sistema para conocer más información acerca de los procedimientos de rellenado de criogénicos.

Almacenamiento de líquidos criogénicos

11.3

¡El punto clave del almacenamiento y uso de líquidos criogénicos es que una **buena ventilación es esencial!**

Nitrógeno líquido

Almacene y use en áreas bien ventiladas. Si se evapora suficiente gas del líquido en un área sin ventilación (por ejemplo, durante la noche en una sala cerrada) la concentración de oxígeno en el aire puede llegar a ser peligrosamente baja. Puede provocar un estado de inconsciencia sin síntomas previos de aviso y puede ser fatal. Por ejemplo, la evaporación de 40 litros de nitrógeno líquido produce 27,000 litros de nitrógeno gas. Si esta evaporación tiene lugar en una sala sin ventilación de 27 m³ (3 m x 3 m x 3 m) puede producirse una situación muy peligrosa. La multiplicación adecuada de estos parámetros indica las condiciones reales del sitio. Es altamente recomendable utilizar un Sensor de nivel de oxígeno.

Helio líquido

El helio líquido es el líquido criogénico de temperatura más baja. Por lo tanto condensa y solidifica cualquier otro gas (aire) en contacto con él. ¡El peligro consiguiente es que las tuberías y aberturas de ventilación pueden llegar a bloquearse con gas congelado!

El helio líquido debe guardarse en dewars de almacenamiento y transporte especialmente diseñados para ello. Los dewars deben tener conectada una válvula de una vía en el cuello del vaso en todo momento, para evitar que entre aire por el cuello y se tapone con hielo. Para transferir el líquido deben usarse tuberías aisladas con vacío. La ruptura del aislamiento puede producir la condensación del oxígeno.

Los puntos siguientes son necesarios para mantener los niveles de criogénicos dentro del imán.

Balas de gases

11.3.1

Se necesitan dos balas de gases (una conteniendo helio gas y otra con nitrógeno gas):

Bala de nitrógeno gas: 50 l / 200 bar con 2 manoreductores para suministrar una presión de 0,5 bar (1 – 10 psi).

Bala de helio gas: 50 l / 200 bar con 2 manoreductores para suministrar una presión de 0,2 bar (1 – 10 psi).

Los gases utilizados deben ser de la mayor pureza disponible (nitrógeno 99,99%, helio 99,996%). Las balas pueden estar fabricadas de materiales magnéticos, como hierro o acero, siempre que se mantengan bien lejos del imán (intensidad de campo máxima segura: 0,5 mT (5 G))

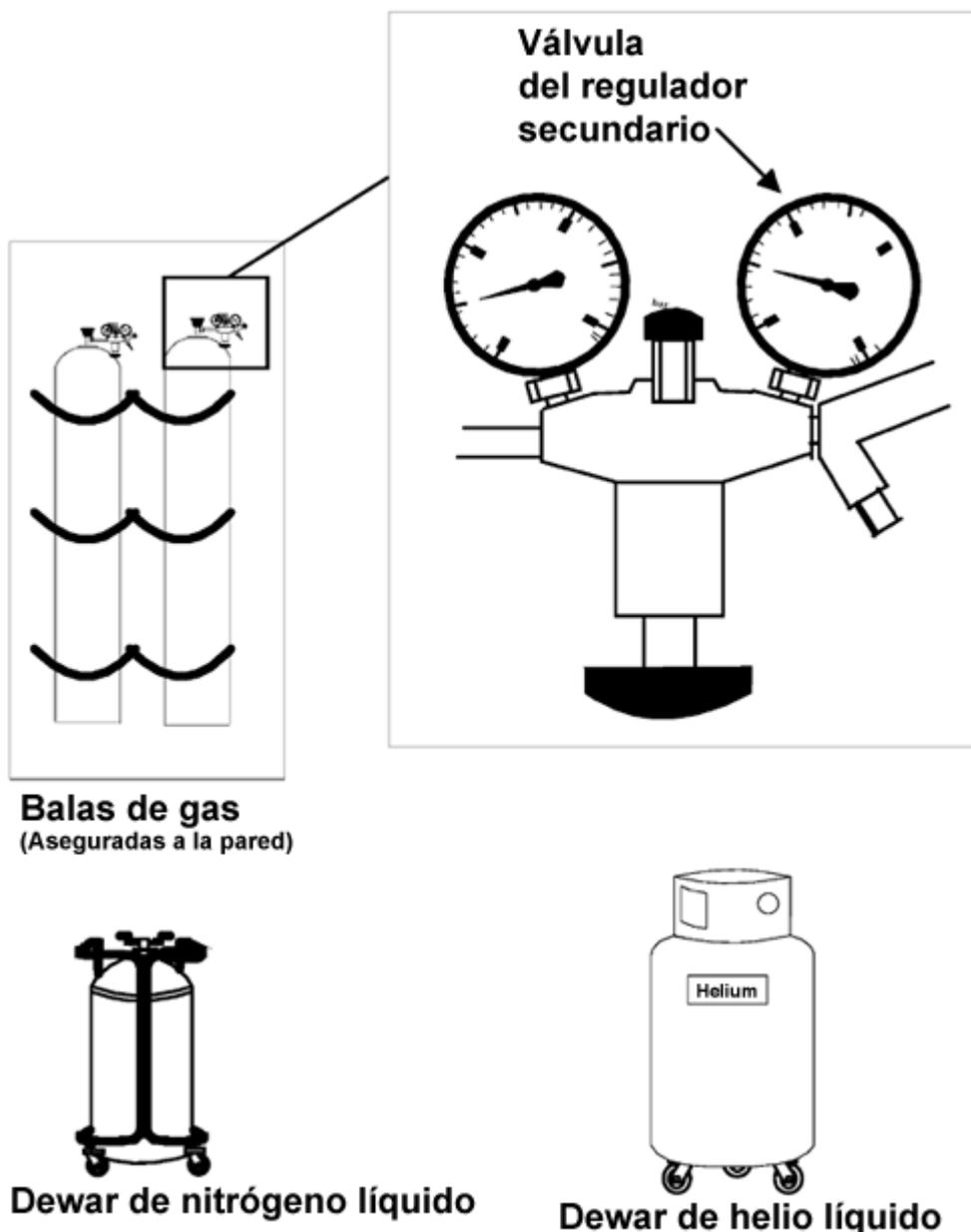
Es importante, que los 2 manoreductores (ver [Figura 11.1.](#)) de las balas de gas sean lo suficientemente sensibles de modo que sea posible, el control fino de la presión de salida. Los 2 manoreductores no deben tener un rango de presión mayor de 0,5 bar (1 – 10 psi).

Dewars

11.3.2

También se necesitan dos dewars de transporte (uno para el helio líquido y otro para el nitrógeno líquido). Estos **deben** estar fabricados de material no magnético ya que normalmente se acercan al imán durante el llenado de criogénicos. Estos dewars son a menudo proporcionados por el suministrador de criogénicos y no necesitan comprarse.

Figura 11.1. Equipamiento para criogénicos



Dewar de nitrógeno líquido:

Existen diversos tipos de dewars de transporte, con un rango de capacidad de 50 – 240 litros. El dewar debe ser del **tipo de baja presión** para retirar líquidos únicamente. **No use dewars de alta presión** “ llenos de gas comprimido” (nota: pueden usarse dewars de alta presión, si no hay ningún otro disponible, si se despresurizan previamente). El dewar debe tener una instalación fija para presurización y transferencia por medio de un tubo de goma (10 mm de diámetro interno). Donde sea posible, el dewar debe presurizarse por sí mismo. La presión correcta del dewar de transporte para transportar nitrógeno líquido es de 0,35 bar (5 psi).

Presión máxima de transferencia:

Normal: 0,10 – 0,20 bar (1 – 3 psi)

Máxima: 0,35 bar (5 psi)

Dewar de helio líquido:

Lo más adecuado es un dewar de transporte de acero inoxidable de 60 ó 100 litros. La salida del dewar debe ser compatible con la línea de transferencias de helio (diámetro exterior de 9,6 mm, 3/8 pulgadas o 12,7 mm, ½ pulgada, dependiendo del imán) o con el **adaptador NW25** que se suministra.

Resumen de líquidos criogénicos y de su relleno

11.4

Cuando planifique el sitio, tenga en cuenta los siguientes puntos.

1. El relleno con helio requiere una altura de techo mínima, de modo que pueda insertarse la línea de transferencia en el puerto de llenado de helio y en el dewar de helio líquido. En la Tabla 4.1 se listan los requisitos de altura mínima para su imán.
2. Para una operación segura debe disponer de un camino adecuado alrededor del imán y de espacio suficiente para una escalera o una plataforma (para imanes grandes)
3. Ventilación: Durante el funcionamiento normal, se evaporan cantidades relativamente pequeñas de líquidos criogénicos. Sin embargo, si se produce un quench, la sala puede llenarse súbitamente con helio gas, produciéndose riesgo de sofocación si no se dispone de ventilación adecuada. Por este motivo, el imán no debe situarse en una sala estanca. Las ventanas y puertas normalmente proporcionan ventilación suficiente, incluso después de un quench (**"Ventilación de emergencia durante la instalación del imán y en caso de quench" en la página 49**), pero deben ser fácilmente accesibles desde todos los puntos de la sala. Durante el relleno, la ventilación debería conducir el helio en el aire fuera de la sala tan rápidamente como sea posible, ya que esto prolongará la vida del imán. Si la ventilación natural es insuficiente, debe disponerse de ventilación adicional (por ejemplo, extractores, aire acondicionado) (Para más información, remítase al capítulo **"Accesos de servicio y ventilación" en la página 47**).
4. Para ayudar a estabilizar la temperatura el imán no debe situarse al sol directo o cerca de una fuente de calor artificial.

También debe planificarse un espacio de almacenamiento para los dewars de transporte, cualquier reserva de suministro de gases y cualquier otro accesorio (por ejemplo, accesorios de transporte, juntas de goma circulares, pinzas, etc). Normalmente, el lugar de almacenamiento debe estar fuera de la sala del imán. También debe planificarse un espacio para guardar la línea de transferencia. Generalmente, debe estar situada cerca del imán.

Finalmente, es importante que el suministrador local de criogénicos sea de confianza. Una buena norma es rellenar el nivel de **nitrógeno líquido** del imán **semanalmente**, independientemente del tipo de imán. Los niveles de **helio líquido** necesitan completarse con mucha **menos frecuencia**. En cualquier caso, no espere hasta agotar las existencias de criogénico.

Requisitos de corriente eléctrica

12.1

Cuando planifique los requisitos de potencia eléctrica de su sitio, haga una previsión para el equipamiento extra que pueda instalar, por ejemplo, ordenadores personales, estaciones de trabajo, sistemas de aire acondicionado, etc.

El imán únicamente necesita potencia eléctrica durante la carga o la descarga. La **Tabla 12.1.** lista los requisitos de potencia y los consumos de corriente de las distintas configuraciones de sistemas AVANCE™.

Los consumos de potencia indicados incluyen la estación de trabajo de RMN y el monitor gráfico y fueron medidos utilizando 2 amplificadores funcionando a la salida máxima en el modo CW. Para sistemas equipados con amplificadores adicionales deje 300 W para cada amplificador adicional.

Para sistemas a 230 V debe instalarse un fusible de 16 A de fundido lento o un diferencial. (Para sistemas a 110 V debe instalarse un fusible de 20 A de fundido lento o un diferencial)

Tabla 12.1. Requisitos de potencia del sistema básico (2 canales)

Sistema y amplificadores	Suministro de corriente	Consumo de potencia (kW)	Nº de salidas eléctricas libres	Longitud del cable de corriente
OneBay con BLA2BB	230V 50/60 Hz / 16A monofásica	1.2 1.6	2	5.5 m
OneBay con BLAXH100/50	230V 50/60 Hz / 16A monofásica	1.6 2.2	2	5.5 m
TwoBay con BLARH100 + BLAX300	230V 50/60 Hz / 16A monofásica o 230V/400V 50/60 Hz/10A trifásica	2.6	2	5.5 m
TwoBay con BLAXH300/50	230V 50/60 Hz / 16A monofásica	2.2 9.6	2	5.5 m
TwoBay optimizado para sólidos 200 a 500 MHz	230V 50/60 Hz / 16A trifásica	9.6	4	5.5 m
Cabina Imagen	230 V / 50/60 Hz / 16 A monofásica (alimentado desde AVANCE)	2.4	----	----
Refrigerador Bay-voltex para sistemas Microimaging	230 V / 50/60 Hz / 16 A monofásica	Aprox. 0,45 kW	----	----

Tabla 12.2. Requisitos de potencia del sistema básico (2 canales)

Sistema y amplificadores	Suministro de corriente	Consumo de potencia (kW)	Nº de salidas eléctricas libres	Longitud del cable de corriente
BCU 05	230 V 50/60 Hz / 16A monofásica (alimentado por salida distinta o desde AVANCE)	0.45 kW	----	----
Unidad de criorefrigeración**	230 V 50/60 Hz / 16A monofásica (no use alimentación del AVANCE)	0,5 kW de media picos de 1,5 kW	----	10m
Compresor de He**	380 V 50 Hz / 12A trifásica	7,5 kW de media picos de 8,3 kW	----	----
UPS para unidad de criorefrigeración**	La UPS necesita 500W para la unidad de criorefrigeración y al menos 2,6 kW para la consola del espectrómetro (en función de la configuración). El tiempo de batería debe seleccionarse de acuerdo a la duración máxima prevista de un fallo de corriente.			
UPS para consola de espectrómetro AVANCE				
<p>* Bruker suministra un transformador de subida a 400V ** Para más información, remítase a la Guía de planificación de locales para sistemas de Criosonda</p>				

Cada consola AVANCE™ viene provista con cuatro salidas eléctricas (230V / 10A) (Las consolas MicroBay y OneBay solo tienen una salida externa) que pueden usarse para conectar equipamiento auxiliar estándar. Dos de las salidas están diseñadas para conectar la estación de trabajo de RMN y la cabina imagen (opcional). Esto deja dos salidas libres para accesorios como Cambiador automático de muestra, etc.. La **Tabla 12.1** lista los requisitos de potencia de otros equipos que, debido a su alto consumo, requieren fuentes de alimentación distintas de la de la consola AVANCE™.

Para la instalación de un sistema AVANCE™ es necesaria una salida de 230 V / 16A para las turbo bombas, así como una salida adicional de 230V/16A para alimentación de corriente del imán (durante la instalación y servicio)

Consola de dos cuerpos (TwoBay) con accesorio de sólidos 600/700 MHz

Este espectrómetro puede ser aproximado al TwoBay estándar más consola de alta potencia y por lo tanto el requisito total de potencia es de 9,6 kW.

CP MAS

El requisito de potencia de esta unidad dependerá de los amplificadores que se usen. La unidad de control en si misma no usa más de 100 W.

Estabilizadores de voltaje

Si las fluctuaciones de la línea de voltaje exceden de -5% a +10%, debe utilizarse un estabilizador de voltaje.

Incluso si las fluctuaciones están dentro de esos límites, la compra de un acondicionador de línea puede suponer una buena inversión. Cuando la corriente es estable, se alarga la vida media de los distintos componentes eléctricos del espectrómetro. Cuando se decida por un estabilizador de corriente debe tener en cuenta lo siguiente:

1. Los requisitos de potencia: el estabilizador debe ser capaz de suministrar los requisitos de potencia totales de las distintas unidades que quiera proteger. Es recomendable un exceso de capacidad de al menos el 10%.
2. Recuerde tener en consideración los equipamientos futuros que puede decidir instalar.
3. El estabilizador debe, desde luego, ser compatible con el voltaje de entrada, número de fases y frecuencia de C.A. Normalmente, los estabilizadores pueden con fluctuaciones de entrada del 20%.
4. Salida: Las unidades de RMN descritas en este manual usan normalmente una corriente de 230V/50-60Hz/monofásica con excepción de la consola de alta potencia que necesita 380V/50-60Hz/trifásica
5. La exactitud de la regulación de salida no debe ser mayor del 1% para monofásica y del 2% para trifásica.
6. Los estabilizadores de corriente monofásica usan transformadores saturados para regular el voltaje y deben tener tiempos de respuesta rápidos, normalmente 10 – 20 mseg. Sin embargo, los estabilizadores de corriente trifásica utilizan motores y tienen tiempos de respuesta más lentos. Normalmente, es suficiente una velocidad de regulación de 15 V/s para superar las fluctuaciones de corriente en la mayoría de los países.

Otras consideraciones son la vida media, tamaño, ruido de salida y requisitos de mantenimiento.

Para información sobre el estabilizador de voltaje idóneo para su sistema particular, contacte con su oficina de Bruker BioSpin.

Si solicita un estabilizador debe especificar:

- Voltajes de entrada
- Número de fases
- Necesidades especiales, por ejemplo, conectores de salida, metros, caja de alojamiento, etc.
- Detalles de las unidades y accesorios que requieren protección.

UPS

En aquellos lugares donde se producen cortes de corriente frecuentes, necesita considerar la instalación de una UPS (Suministro de corriente ininterrumpido), posiblemente conectado a un generador de corte automático. Esto es particularmente aconsejable cuando se vayan a realizar experimentos de largo tiempo de duración.

Aunque un corte total de corriente no dañará el hardware del espectrómetro, se perderán los datos de RMN adquiridos inmediatamente antes del corte de corri-

ente y que no se han guardado en el disco duro del ordenador. La diferencia entre el sistema UPS y un estabilizador de corriente es que el sistema UPS contiene una batería de alimentación de apoyo que mantiene el suministro de corriente del espectrómetro durante un periodo limitado después de un corte total de suministro de corriente. Normalmente la batería de apoyo dura hasta 10 minutos a la potencia ajustada. Esto da tiempo para que un generador reemplace la corriente de alimentación o para que el ordenador del espectrómetro se apague por los procedimientos correctos. También hay disponibles paquetes de baterías adicionales que amplían el periodo de soporte a 30 minutos a la potencia ajustada. Además de para mantener el suministro, el sistema UPS sirve como acondicionador de línea. Normalmente, la estabilidad de los voltajes de salida es del 2% estática y dinámica con una estabilidad de frecuencia del 1%.

Cuando seleccione una UPS debe considerar el consumo de potencia del sistema y amplificadores (ver **Tabla 12.1.**), su voltaje de funcionamiento, el tiempo de funcionamiento deseado durante un corte de corriente, así como cualquier necesidad futura de aumento de potencia del espectrómetro. Verifique con un distribuidor de confianza las especificaciones de sus productos.

Nota:

1. El suministro de corriente al espectrómetro debe ser "limpio" (sin picos), esto es, no debe compartirse con acondicionadores de aire, etc.
2. Todas las corrientes a tierra del laboratorio deben conectarse juntas para evitar diferencias en los potenciales de tierra. Esto evitará problemas, por ejemplo, cuando un ordenador personal externamente alimentado se conecte al espectrómetro por medio de una conexión RS232.
3. Algunos clientes conectan RCCB (Interruptores de circuito de corriente residual) a la alimentación del espectrómetro. Estos están diseñados para cortar el suministro si se produce un desequilibrio de corriente en las líneas viva y neutra. Si se conectan a espectrómetro de las series AVANCE™ deben ajustarse a 100 mA. El valor más bajo de 30 mA, usado normalmente es demasiado sensible para estos espectrómetros.



Requisitos generales de la UPS: al menos 2,6 kW para la consola del espectrómetro (en función de la configuración) y 500W para la unidad de criorefrigeración (si se usa un sistema de criosonda). El tiempo de batería debe seleccionarse de acuerdo a la duración máxima prevista de un fallo de corriente

Requisitos del suministro de gases comprimidos

12.2

La expulsión, el giro y el control de temperatura de la muestra se realiza por medio de una corriente de aire comprimido o de nitrógeno. El suministro de aire / gas se canaliza por medio de tuberías de plástico al panel posterior de la consola AVANCE™. La tubería estándar tiene un diámetro interno de 6 mm y un diámetro

externo de 8 mm y se suministra por Bruker. La sala debe tener una salida de pared de aire / gas comprimido que sea compatible con el tubo de 8 mm. Aunque no es crítico, es conveniente que la salida esté próxima al panel posterior de la consola AVANCE™. En la **Tabla 12.2**, se detallan los requisitos de presión y de velocidad de flujo del aire / gas. La consola AVANCE™ no debe nunca someterse a una presión mayor de 10 bar. Instale una válvula de regulación de presión seguida de una válvula de entrada al final de la salida de pared de la línea de suministro de aire comprimido.

Las unidades de aislamiento de vibración y la unidad de criorefrigeración necesitan gas comprimido. Normalmente, son suficientes dos o tres líneas reguladas para hacer frente a las necesidades de suministro de gas comprimido. Si se usan las unidades de aislamiento de vibración y la de criorefrigeración, contacte con Bruker para verificar la planificación adecuada del suministro de gas comprimido.

Nitrógeno vs aire comprimido

El uso de **nitrógeno** (necesario para equipos de 500 MHz y superiores) tiene ventajas, aunque es más común usar aire comprimido en imanes de campos más bajos. En particular, un suministro de nitrógeno gaseoso, obtenido por evaporación de aire, será normalmente muy seco, haciéndolo particularmente idóneo para trabajar a bajas temperaturas. En los sitios donde se usa aire, entonces el proceso de alcanzar la calidad necesaria es mucho más difícil. Por este motivo, este capítulo tratará principalmente sobre como disponer de un suministro adecuado de aire comprimido. Las especificaciones de calidad del aire son, por supuesto, aplicables al nitrógeno comprimido.

Tabla 12.3. Requisitos de gas comprimido

Sistema	Presión de funcionamiento (Pa*)	Consumo medio (l/min)	Suministro de aire mínimo recomendado después de los secadores a 5*10 ⁵ Pa
AVANCE	6-8*10 ⁵ Pa	45	57 l/min
AVANCE + BACS**	6-8*10 ⁵ Pa	52	57 l/min
AVANCE + MAS (DB ***, 5 kHz/7mm)	6-8*10 ⁵ Pa	220	300 l/min
AVANCE + caja de RMN	6-8*10 ⁵ Pa	52	57 l/min
AVANCE + Rail de muestra	6-8*10 ⁵ Pa	> 52****	100 l/min
AVANCE + Gilson	6-8*10 ⁵ Pa	46	57 l/min
Unidades de aislamiento de vibración	Por favor, compruebe con Bruker las últimas especificaciones		
LC-RMN/MS	Por favor, compruebe con Bruker las últimas especificaciones		
Unidad de criorefrigeración	6-8*10 ⁵ Pa	Aprox. 52	57 l/min
* Pa= Pascal (1 bar = 100,000 Pa) ** BACS= Bruker Automatic Sample Changer (Cambiador de muestra automático Bruker) *** DB= Double Bearing (cojinete doble) **** Estimado – El consumo exacto no está disponible cuando se ha escrito esta publicación.			



NOTA: Se necesita una línea principal de gas comprimido con dos salidas reguladas independientes (una salida en T con dos reguladores). Si se usa la unidad de criorefrigeración se necesita una línea adicional.

Separadores de nitrógeno(N₂)

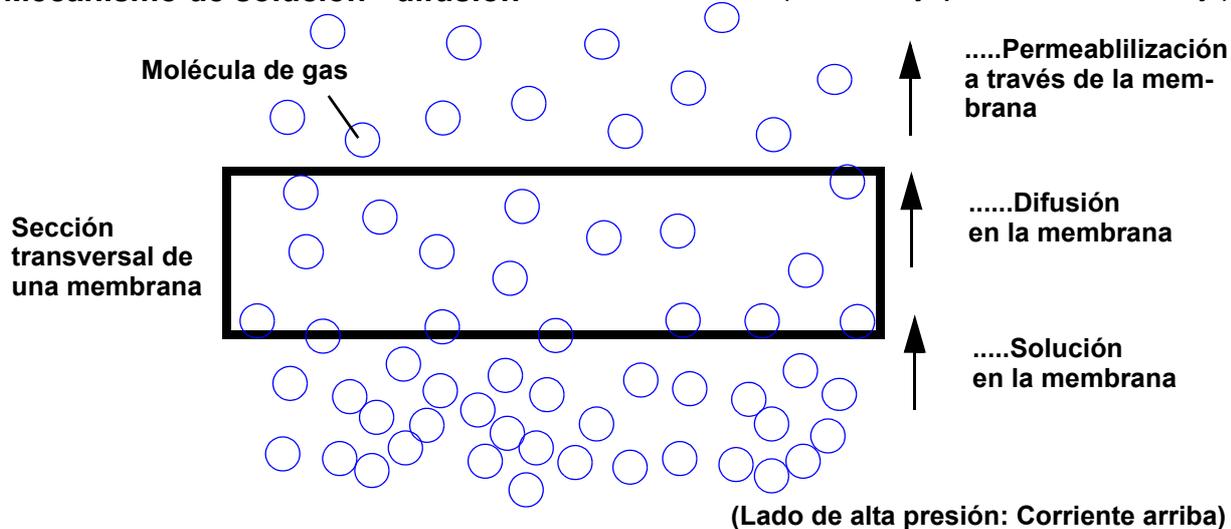
12.2.1

Si se necesita N₂ gas, pero solo hay disponible aire seco, Bruker puede suministrar un separador de nitrógeno incorporado a la consola. Producir nitrógeno gas a partir de aire es también mucho más rentable, que comprar nitrógeno gas.

Como funciona el separador

Figura 12.1. Mecanismo de solución – difusión

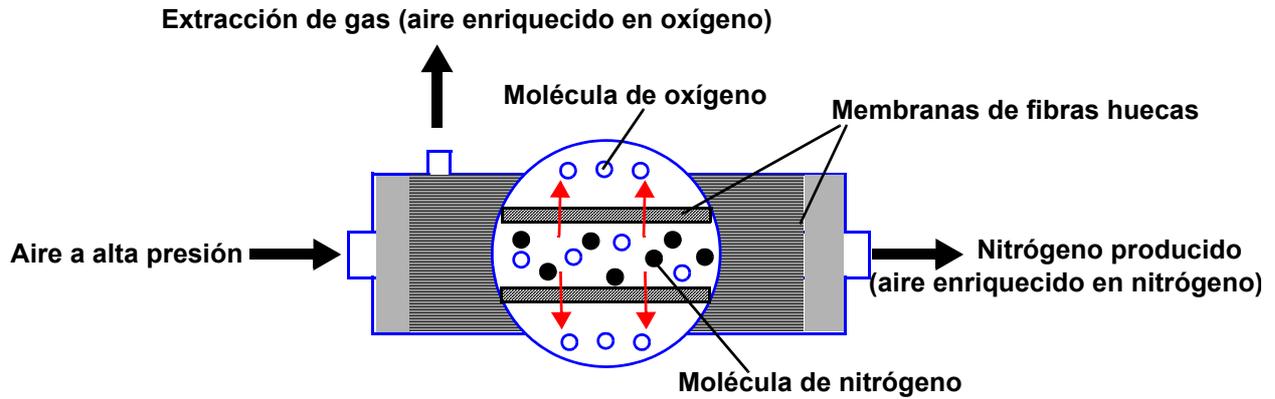
Mecanismo de solución - difusión



Extracción de gas (aire enriquecido en oxígeno)

- Fuerza conductora: Diferencia de presión (Δp) entre la corriente arriba y abajo.
- Velocidad de permeabilización: $Q = P \times \Delta p / l$ (donde l es el espesor efectivo de la membrana).
- Coeficiente de permeabilidad: $P = S \times D \Rightarrow$ un coeficiente característico para cada tipo de gas (S = coeficiente de solubilidad; D = coeficiente de difusión).
- Selectividad de la membrana TPX: $\alpha = P(O_2) / P(N_2) = 4,2$

Figura 12.2. Separación de gas usando un separador de N₂



El aire enriquecido en nitrógeno se produce como resultado de la extracción selectiva de oxígeno por las membranas de fibras huecas debido a la mayor permeabilidad del oxígeno frente al nitrógeno.

Figura 12.3. Separador de nitrógeno

	Características de funcionamiento:	
	Presión de alimentación de aire máxima:	8,5 kgf/cm ² G
	Temperatura máxima del aire:	35 °C
	Temperatura mínima del aire:	10 °C
	Temperatura máxima de funcionamiento:	40 °C
	Calidad de aire requerida:	
Aire que no contenga grasa en suspensión, vapor de agua, vapores de disolventes orgánicos, gas corrosivo, etc.		

Por favor, tenga en cuenta que **los separadores de N₂ pueden no ser adecuados para experimentos de HRMAS**, y solo sirven para velocidades de flujo limitadas. Tenga también en cuenta que la salida de los separadores de N₂ no tiene suficiente pureza para utilizar con intercambiadores de N₂ para trabajar a baja temperatura. El oxígeno residual se congelará en la bobina del intercambiador y lo bloqueará, pudiendo llegar a ser un peligro cuando se calienta.

Solo puede garantizarse un funcionamiento sin problemas cuando se usa gas comprimido seco, libre de grasa y polvo.

Junto con los efectos de corrosión severos, el vapor de agua del aire comprimido puede condensar cuando se trabaja a bajas temperaturas. Si el agua se congela, la muestra puede llegar a quedar bloqueada dentro de la sonda. Si la sonda se llena de agua, pueden estropearse las partes cerámicas de la sonda. También el BCU05 puede llegar a bloquearse con agua proveniente del vapor de agua del aire comprimido.

El efecto de las **impurezas grasas** es incluso mucho más devastador ya que la lámina de grasa que deja en los tubos o en las superficies interiores de la sonda pueden hacer imposible cualquier medida. La contaminación por grasa puede conducir a que no se pueda sintonizar, a obstaculizar el giro y a señales falsas y por lo tanto se necesitará una limpieza difícil y cara de cada uno de los componentes del sistema. La grasa en combinación con temperaturas bajas puede formar depósitos sólidos dentro de la sonda que pueden causar daños serios y permanentes. Las líneas de aire comprimido que se han contaminado con grasa, no pueden limpiarse, deben sustituirse. Si ha ubicado el sistema en una sala en la que ya existían las líneas de aire comprimido, sería conveniente sustituir las líneas existentes por unas nuevas.

Las consecuencias del polvo en el aire comprimido son particularmente serias para sondas MAS. Los inyectores y las válvulas pueden bloquearse, los sedimentos provocan fugas en las válvulas y el desgaste de las partes giratorias. El polvo de hierro de los tanques de aire o de las tuberías destruye la homogeneidad del campo y no siempre puede quitarse cuando los imanes están en campo.

Contenido en aceite

< 0,005 ppm (0,005 mg / m³)

Contenido en agua

Para trabajar a temperatura ambiente o mayor: punto de rocío < 4 °C

Para trabajar a temperatura baja: el punto de rocío debe ser al menos 20 °C por debajo de la temperatura de funcionamiento.

Si se usa una unidad de refrigeración el punto de rocío del aire comprimido debería ser de al menos 10 °C por debajo de la temperatura de salida del intercambiador de calor.



NOTA: Para la BCU05 el nitrógeno comprimido debe tener un punto de rocío de –50 °C

Impurezas sólidas

Use filtros de 5 micrón para RMN de alta resolución. Para sondas MAS use filtros de 1 micrón. Los filtros deben retener un mínimo de 99,99% de las partículas especificadas.

Cuando se diseña un sistema de aire comprimido idóneo deben tenerse en cuenta los siguientes puntos:

1. Para evitar que puedan entrar en el imán impurezas magnéticas, utilice únicamente tuberías de cobre. No use tuberías de hierro o acero. Las tuberías de plástico no son adecuadas donde se necesiten puntos de rocío muy bajos. El vapor de agua del aire saturará las tuberías de plástico limitando, normalmente, los puntos de rocío a –25 °C.
2. Para evitar fluctuaciones en la presión del aire (por ejemplo, durante la elevación de la muestra) instale un contenedor de 10 – 20 litros en la línea de suministro de aire comprimido para que actúe como amortiguador. Coloque el depósito amortiguador en la línea de suministro, después del secador. Los **contenedores de amortiguación** deben cumplir los requisitos de seguridad adecuados. Deben tener una presión de trabajo de 16 bar y ser a prueba de presiones hasta de 30 bar. Utilice tanques que estén internamente recubiertos con material resistente al agua y a ácidos. Esto evitará la corrosión de impurezas tales como el SO₂.

Los tres componentes principales de una línea idónea de suministro de aire comprimido son, el compresor, el secador y los filtros adecuados. Puede obtener detalles adicionales de Bruker BioSpin.

En algunas regiones, Bruker BioSpin puede suministrarle el sistema adecuado a sus necesidades a petición.

Compresores

12.2.4

Cuando instale un compresor debe considerar los siguientes puntos:

1. Idealmente el compresor se debe instalar en un lugar libre de polvo, frío y seco.
2. El compresor debe estar libre de grasa. Esto puede conseguirse utilizando compresores de membrana o de pistones recubiertos de teflón. Los compresores deben conectarse con un filtro de entrada de polvo fino.

3. Los compresores deben ser capaces de proporcionar la velocidad de flujo necesaria y la presión adecuada para su sistema particular (ver **Tabla 12.2.**). En general, los compresores deben ser lo suficientemente grandes como para no hacerlos funcionar continuamente (p.ej. > 50% del tiempo), porque esto provocaría sobrecalentamiento y fallos eventuales del equipo.

A menudo puede estar justificado el coste extra de elegir un sistema de gran tamaño. La reducción de ciclos de funcionamiento disminuirá los costes de mantenimiento y alargará la vida del sistema. Un compresor idóneo, acoplado a un contenedor de amortiguación adecuado asegurará una **velocidad de flujo constante** proporcionando unas mejores prestaciones. Cuando gira, el sistema usa un flujo constante de aire, pero pueden producirse fluctuaciones durante la elevación de muestra. Cuando use de referencia la **Tabla 12.2.** debe añadir 10 l/m al consumo promedio si el sistema está equipado con dispositivos antivibración, como amortiguadores neumáticos o sistema VIP.

4. Tenga en cuenta la pérdida de presión a lo largo de la tubería entre el compresor y la válvula de entrada final. La caída de presión depende del diámetro de la tubería. Un diámetro interno de 8 mm es adecuado. El tubo de plástico utilizado para llevar el suministro desde la válvula de entrada final hasta la consola tiene un diámetro interno de 8 mm y se suministra por Bruker BioSpin.
5. Algunos tipos de secadores, por ejemplo, los secadores por absorción pueden usar hasta el 25% del flujo de aire para regenerar el material de secado. Si se usa este tipo de secadores, entonces la capacidad de salida del compresor debe ser suficiente como para suministrar estas necesidades.
6. Muchos compresores están equipados con el secador y una bandeja para recoger el exceso de agua. La comprobación regular del secador y el vaciado del colector de agua asegurarán un funcionamiento sin problemas. Esta disposición es bastante satisfactoria en entornos con humedad normal (< 80%). Sin embargo en áreas con mayor humedad (> 80%) debe conectarse a la salida del compresor una bobina de refrigeración con una purga *automática* de agua. Esto asegurará que no se saturen los filtros.
7. Aunque no está directamente relacionado con la calidad del aire, hay que tener en cuenta que los compresores son una fuente de vibraciones y que pueden interferir con las prestaciones de la RMN (ver **"Efectos de las interferencias electromagnéticas" en la página 77**). Debe considerar usar un compresor equipado con una caja antivibración si este se va a colocar cerca del espectrómetro. El nivel de ruido de salida debe ser < 75 dBA.
8. Algunos sistemas de compresores, tales como los suministrados por Bruker BioSpin, pueden comprarse con filtros y secadores integrados.

Secadores

12.2.5

Como se mencionaba en la sección de presentación de este capítulo, para el giro y la expulsión de muestra, solo se puede usar aire seco. Esto requerirá la instalación de secadores en la línea de aire comprimido. Hay diversos tipos de secadores populares, secadores por absorción, secadores por refrigeración, o una combinación de ambos.

El aire pasa a través de cartuchos de zeolitas sintéticas, conocidas como tamiz molecular. El tamiz molecular es higroscópico y retiene las moléculas de agua, cuando el aire pasa a través de él. Normalmente, se usan dos tipos de tamiz alternativamente. Una parte del aire de salida seco del tamiz A, se hace pasar a través del tamiz B para regenerarlo. La cantidad de aire usado para la regeneración es normalmente del 15%, pero puede necesitarse hasta el 25% para puntos de rocío muy bajos. El proceso se invierte automáticamente a intervalos regulares, usando la salida de aire seco del tamiz B para regenerar el tamiz A.

Ventajas.

- Se pueden alcanzar puntos de rocío mucho más bajos en comparación con los secadores por refrigeración.
- Regeneración automática: Normalmente los tamices moleculares durarán muchos años si no se contaminan con grasa, p. ej. micronizada en el aire.
- El agente desecante se sustituye fácilmente.

Inconvenientes

- Para realizar la regeneración automática se usa hasta el 25% del flujo.
- Necesita el uso de más filtros
- Se necesitan filtros de entrada (grasa < 0,01 mg/m³) debido a la susceptibilidad de contaminación por grasa micronizada en el aire
- El uso de secadores de absorción puede generar polvo y por tanto el aire seco de salida debe pasarse a través de un filtro apropiado (1 micrón)
- Estos secadores necesitan más mantenimiento que los secadores por refrigeración.
- Pueden ser ruidosos cuando cambian entre los dos cartuchos.

Este tipo de secadores quita la humedad del gas enfriándolo a una temperatura de solo unos grados por encima del punto de congelación del agua. La humedad condensada se elimina por medio de un separador y un mecanismo de trampa de desagüe situado inmediatamente en el flujo de salida del secador. Este desagüe debe ser automáticamente activado por una válvula.

Ventajas

- No se gasta nada de gas comprimido en la regeneración, que es lo más ventajoso si la capacidad del compresor es marginal.
- No necesitan mantenimiento.
- No son susceptibles de contaminación por grasa como los secadores de absorción y por tanto no necesitan prefiltros.

Inconvenientes

- Este tipo de secadores están limitados por su incapacidad de producir puntos de rocío muy bajos. Apenas alcanzan el punto de rocío recomendado de 4 °C, para trabajar a temperatura ambiente. Por lo tanto si se van a realizar experimentos de RMN a baja temperatura, este tipo de secadores no es adecuado.

Cuando tome la decisión final sobre el tipo de secador a elegir tenga en cuenta los siguientes puntos:

1. El punto de rocío mínimo que se puede alcanzar.
2. La capacidad total del secador a la presión necesaria
3. Los requisitos de mantenimiento

Filtros

12.2.8

Como último elemento de la línea de suministro deben conectarse los micro filtros. Para sus especificaciones, remítase a la sección **"Especificaciones" en la página 98.**

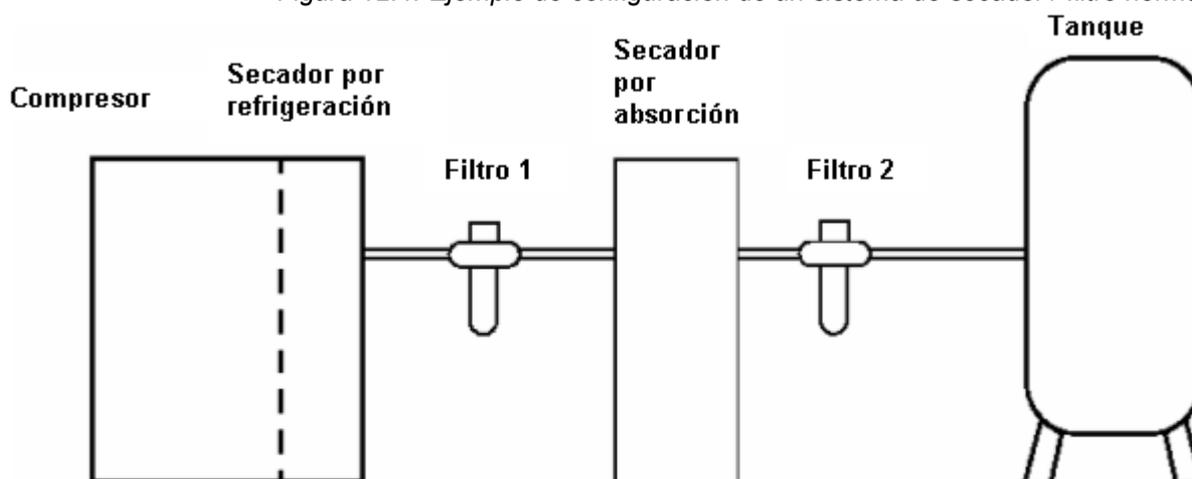
Los secadores por absorción, en particular, son propensos a la contaminación por grasa y por tanto hay que conectar a su entrada un filtro de grasa (grasa < 0,01 mg/ m³, del 99,9% de eficacia) Para proteger los secadores, independientemente del tipo, debe instalar un filtro de agua y otro de grasa entre el compresor y el secador. Los secadores de absorción pueden producir polvo y por tanto necesitan en la salida un filtro de polvo extra.

La salida de los secadores por refrigeración debe pasarse a través de un filtro de carbón activo.

Los filtros de agua deben equiparse con un desagüe automático de agua, en lugar de una purga manual. Existen dos tipos de desagües automáticos: conmutador de flotador o conmutador de válvula. Se recomienda el uso de un conmutador de válvula de vaciado automática. El conmutador de vaciado automático de flotador tiene tendencia a obstruirse y por tanto necesita un mantenimiento regular.

Si le preocupa particularmente la contaminación por grasa en el suministro de aire, debe considerar el uso de un filtro de submicrones seguido de un filtro de carbón activo ya que esta combinación es particularmente eficaz para eliminar grasa.

Figura 12.4. Ejemplo de configuración de un sistema de secador / filtro normal



Filtro 1: Filtro para eliminar líquido y polvo con fines generales ($0,1 \text{ mg/m}^3 - 0,1 \text{ ppm}$, 1 micrón)
Filtro 2: Filtro de polvo, líquido y aerosol de alta eficacia ($0,1 \text{ mg/m}^3 - 0,01 \text{ ppm}$, 1 micrón)

Iluminación

12.3

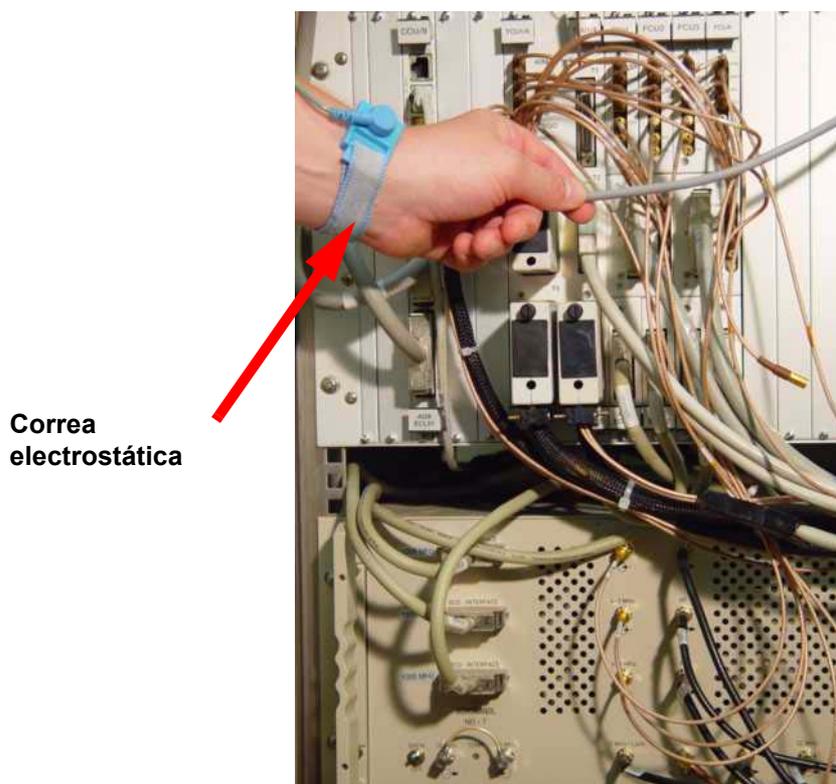
No se deben utilizar luces fluorescentes en el área destinada al imán. El helio gas frío puede provocar que las luces fluorescentes se apaguen temporalmente, durante un quench. Para un funcionamiento normal, es más conveniente que pueda verse el monitor gráfico bajo luz tenue. Sin embargo, son necesarias luces de oficina normales en otras zonas de la sala de RMN. Lo más conveniente es poner luces, con interruptores independientes, que utilicen bombillas de luz estándar. Asegúrese de que no haya reflexión de luz artificial intensa sobre la pantalla del monitor. Debe ponerse especial cuidado en minimizar los reflejos de fuentes tales como ventanas.

Con respecto a las descargas de electricidad estática, debe tratar la electrónica de la RMN AVANCE™ como lo haría con cualquier otro componente electrónico sensible. En atmósferas con baja humedad, evite el uso de moquetas que pueden producir electricidad estática.

Correas electrostáticas

Cada vez que vaya a trabajar en el interior de la consola debe ponerse una correa electrostática para evitar las descargas de electricidad estática. Esto es particularmente necesario cuando se cambian tarjetas o se conectan o desconectan cables.

Figura 13.1. Uso de correas electrostáticas



Suelo electrostático

El uso de suelos especiales electrostáticos como los que se ponen en las tiendas de productos electrónicos, reduce ampliamente el riesgo de descarga electrostática. Para más información contacte con su oficina de Bruker BioSpin.

Figura 13.2. Suelo electrostático

Suelo electrostático



Otras consideraciones

13.2

Prevea espacio para preparación / almacenamiento de muestras y disolventes, guardar documentación, ordenadores personales, mesas para plotter, estaciones de trabajo, etc.

Finalmente, antes de decidir la distribución final de la sala, considere el equipamiento futuro que pueda necesitar instalar. Recuerde que una vez instalado, el imán no debe moverse.



Es importante tener en cuenta que debe rellenar y enviar la Lista de comprobación de la planificación del lugar de ubicación (“Lista de comprobación de la planificación del lugar de ubicación”) antes de la entrega del sistema del imán. Si no tiene esa lista, por favor, contacte con Bruker inmediatamente.

Todos los requisitos generales, como suministro de corriente, suministro de aire comprimido, etc., que han sido tratados en los capítulos anteriores deben organizarse antes de recibir el sistema. Debe recalcar, que cualquier requisito de instalación de los listados a continuación, como el suministro de criogénicos, son **además de** aquellos necesarios para un funcionamiento normal.

Donde sea necesario, el cliente debe contactar con las autoridades portuarias para organizar el despacho en la aduana. Si debe abrirse la caja de embalaje de transporte, debe primero contactar con Bruker, ya que las cajas de embalaje se envían utilizando Shockwatch™ y Tiltwatch™. Si esto no se hace, se invalida la garantía. Si por cualquier motivo se abren las cajas de embalaje, estas deben almacenarse en un lugar cerrado (fuera de la luz solar directa)

El espectrómetro llegará al sitio en cajas de embalaje. Las cajas no deben abrirse, ya que el equipo debe montarse por Técnicos de Bruker BioSpin. La **Tabla 14.1**, indica los distintos pasos que implica la puesta en servicio del imán. La duración exacta de las distintas etapas dependerá del tamaño del imán.

Tabla 14.1. Descripción general de la puesta en servicio del imán

Duración	Procedimiento
Aprox. 3-8 horas	Se retiran las fijaciones de transporte. Se monta el criostato
2 – 4 días	Se hace vacío en el imán y se pasa una corriente de nitrógeno gas. El tiempo necesario depende del tamaño del imán.

Instalación

Tabla 14.1. Descripción general de la puesta en servicio del imán

1 – 3 días	Se baja la temperatura del imán con nitrógeno líquido
1 día	Se baja la temperatura del imán con helio líquido

Tabla 14.2. Descripción general de la puesta en servicio del imán

Duración	Procedimiento
1 – 2 días	Se carga el imán
1 día	Criohomogeneización del imán.

Accesibilidad

14.3

Antes de la entrega del imán debe asegurarse de que el equipo puede transportarse hasta la sala de RMN. La **Tabla 3.2.** lista los tamaños de las cajas de embalaje de los distintos sistemas e imanes. Para los imanes más grandes se necesitan puertas de entrada muy grandes. Asegúrese de que dispone de los equipos de elevación adecuados, como carretillas elevadoras y carretilla elevadora de palets.

Lista de comprobación de los requisitos de la instalación

14.4

Para la instalación el cliente debe disponer de lo siguiente:

1. Equipos de elevación y una altura de techo mínima según se indica en la **Tabla 4.1.** Si se solicita Bruker puede proporcionar una estructura metálica en forma de A para la instalación.
2. Una bala de nitrógeno gas (igual a la descrita en la sección **11.3.1**).
3. Una bala de helio gas (igual a la descrita en la sección **11.3.1**).
4. Cantidades de helio y nitrógeno líquido según se especifica en la **Tabla 14.3.**
5. Dewars de transporte para helio y nitrógeno líquido (iguales a los descritos en la sección **11.3.2**).
6. Tres tomas de corriente (230V/50Hz/16A monofásica). Estas tomas se usarán para hacer funcionar una bomba de vacío, un calefactor de aire y una unidad de suministro de corriente. Estas tomas de corriente deben estar disponibles **además de** la fuente de alimentación necesaria para hacer funcionar el espectrómetro. Ya que solo son necesarias durante la instalación puede ser una instalación temporal.
7. Escalera (no magnética, por ejemplo de aluminio o madera).

Donde sea posible, el cliente debe disponer de:

1. Un calefactor de aire o un secador de pelo (min.800 W)
2. Una bomba de vacío (10^{-2} mbar)

3. Un par de guantes aislantes

Procedimientos de instalación

14.5

La siguiente sección tratará en detalle las distintas etapas indicadas en la **Tabla 14.1.**

Montaje del imán

14.5.1

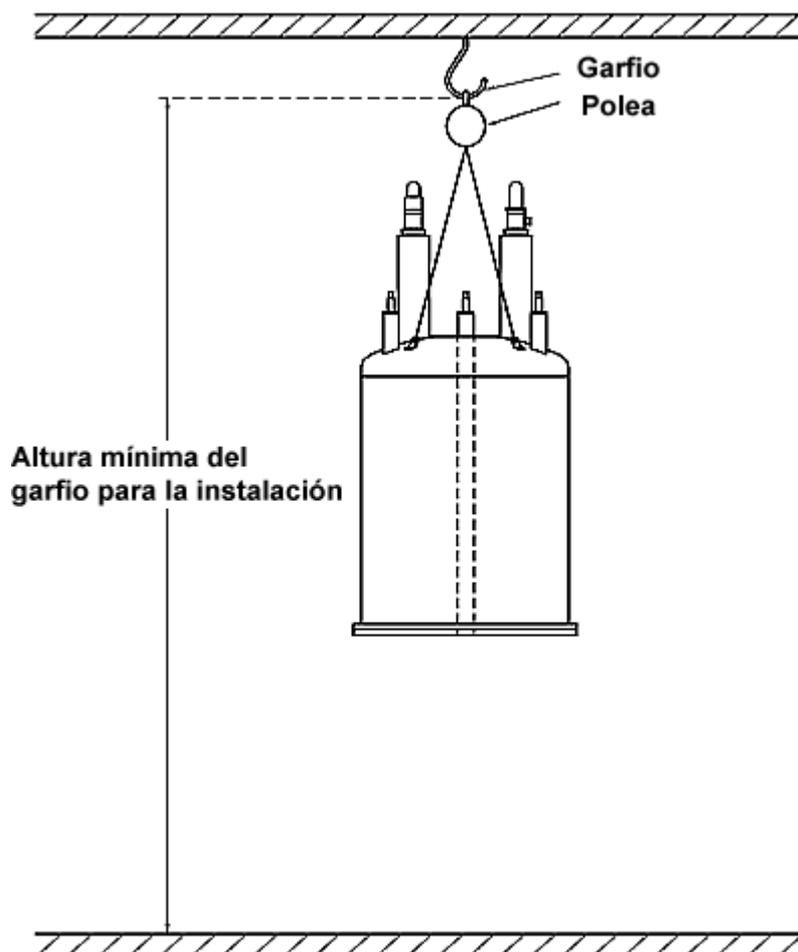
Cuando se entrega el imán (¡no lo desembale!) este debe primero montarse por un ingeniero de instalación El área de montaje debe estar limpia, seca y libre de polvo.

Altura mínima del garfio de montaje

El montaje puede requerir que los técnicos trabajen en la parte inferior del imán y por ello, el cliente debe disponer normalmente de un garfio y de equipo de elevación capaz de soportar el imán a la altura necesaria.

Para la instalación de todos los sistemas de imanes de RMN, la altura de garfio mínima necesaria durante la instalación, se calcula añadiendo la altura del cuerpo del criostato a la altura de los diferentes tubos de apertura que tienen que insertarse en el criostato. Además tienen que tenerse en cuenta la polea, el garfio y ayudas para la suspensión (ver dibujo en la **Figura 14.1.**).

Figura 14.1. Altura mínima del garfio para la instalación



La **Tabla 14.2.** lista los requisitos de altura mínima de garfio necesarias para su imán.

Tabla 14.3. Altura mínima de garfio necesaria durante el montaje

Tipo de imán	Altura mínima de garfio para el montaje (m)
300 MHz/54 mm US LH	2.42
300 MHz/54 mm US ULH	2.80
300 MHz/89 mm US WB LH	2.85
400 MHz/54 mm US LH	2.80
400 MHz/89 mm US WB LH	2.90
400 MHz/54 mm US ULH	3.00
500 MHz/54 mm US LH	2.90
500 MHz/89 mm US WB LH	3.45
600 MHz/54 mm US LH	3.00

Tabla 14.3. Altura mínima de garfio necesaria durante el montaje

600 MHz/89 mm US WB LH	3.80
700 MHz/54 mm US LH	3.45
WB= Wide Bore (apertura ancha)(89mm), US= UltraShield™, LH= Long Hold, ULH= Ultra Long Hold	

Según se mencionó anteriormente, el cliente debe disponer del garfio y de la polea elevadora para soportar el imán durante el montaje. Si no puede disponer de un garfio, por favor consulte con Bruker BioSpin sobre la posibilidad de disponer de una plataforma de montaje especial, como la estructura metálica en forma de A mostrada en la figura siguiente.

Figura 14.2. Bruker BioSpin - Plataforma de montaje especial - Estructura metálica en forma de A



Cuando el cliente organice el equipo de elevación idóneo, se le consultará para asegurar un margen de seguridad del 100%. **Para algunos imanes, el montaje del imán necesita alturas de techo que no son las necesarias para un funcionamiento normal.** Por este motivo, algunos clientes deciden que el montaje se realice en una sala contigua. Después del montaje, el imán tiene que transportarse en una carretilla, carrito con ruedas o deslizadores de aire a la sala de RMN. Tenga en cuenta, sin embargo, que esto solo es factible cuando no hay que atravesar pasos accidentados y cuando los marcos en el suelo de las puertas no obstruyen el camino.

Realización de vacío en el imán y lavado con nitrógeno gas

14.5.2

Una vez que se ha montado y colocado en su sitio el imán en la sala, puede comenzarse a realizar el vacío en el criostato. Al mismo tiempo se lava el criostato haciendo pasar una corriente de nitrógeno gas seco. El cliente **debe** disponer de una bala de 50 l / 200 bar de nitrógeno gas seco (99,99% de pureza). La bala

debe estar equipada con un regulador secundario para suministrar una presión de 0,5 bar, ver la sección "**Balas de gases**" en la página 87. Para algunas instalaciones, se le solicitará al cliente que tenga disponible una bomba de vacío, por ejemplo, una bomba rotatoria capaz de reducir la presión dentro del criostato a 10^{-2} mbar.

Luego se continua realizando vacío en el criostato para reducir la presión interna a 10^{-6} mbar. Es conveniente que el cliente pueda disponer de una bomba adecuada como una bomba de difusión o una turbo bomba. Si dispone de una de estas bombas, contacte con Bruker BioSpin para confirmar su idoneidad. Donde no haya una bomba disponible, Bruker BioSpin la proporcionará.

Enfriamiento del imán a las temperaturas del nitrógeno líquido

14.5.3

El siguiente paso implica el llenado del imán con nitrógeno líquido. La cantidad de nitrógeno líquido necesaria se lista en la columna 3 de la **Tabla 14.3**. Para transferir el nitrógeno es necesario un dewar de transporte. Este debe tener un volumen mínimo de 50 l con una instalación fija para presurizar y transferir por medio de un tubo de goma de 10 mm de diámetro, remítase a la sección "**Dewars**" en la página 88.

Enfriamiento del imán a las temperaturas del helio líquido

14.5.4

Para realizar esta operación, el cliente debe disponer:

1. Una bala de helio gas: 50 l / 200 bar (99,996% de pureza) con una válvula de regulación secundaria para suministrar una presión máxima de 0,2 bar (ver **Tabla 4.1**.)
2. La cantidad de helio líquido necesaria, según se especifica en la columna 4 de la **Tabla 14.3**.
3. Dewar de helio líquido:
 - Imanes de Bruker: 50 l, 100 l ó 200 l. Tipo SHS con conector o salida adecuada compatible con la línea de transferencia de helio de 9,6 mm.
 - Magnex 500WB, 600WB: 250 l, tipo SHS con conector NW25 o salida adecuada compatible con la línea de transferencia de helio especial utilizada (diámetro externo 12,7 mm, ½ pulgada)

Cuando pida el helio, debe organizarlo de tal modo que se lo suministren inmediatamente antes de la instalación. De otro modo debe tener en cuenta las pérdidas producidas por evaporación.

Cargado del imán

14.5.5

El paso final, implica traer el imán al campo. Esto tomará 1 – 2 días dependiendo del imán. Durante la carga existe la posibilidad de que se pueda producir un quench. Las cantidades de helio líquido especificadas en la columna 5 de la **Tabla 14.3** son suficientes para un quench. Es importante que el cliente se asegure de poder disponer de un suministro extra de helio líquido, por si fuera necesario.

Nota

1. Los valores de nitrógeno y helio líquido indicados en la **Tabla 14.3**, son los mínimos necesarios. Es aconsejable disponer de un 20 – 30% extra, particularmente porque muchos suministradores recogen los criogénicos no utilizados.
2. La cantidad total de helio líquido es la suma de las columnas 4 y 5.

Tabla 14.4. Requisitos de instalación para un rango de imanes

Tipo de imán	Peso del imán vacío con patas sin plataforma (kg)	Nitrógeno líquido para enfriar el imán (l)	Helio líquido para enfriar el imán (l)	Helio líquido necesario después de un quench (l)	Peso del imán lleno con la plataforma del imán (kg)
300 MHz/54 mm US LH	242	150	150	50	310
300 MHz/54 mm US ULH	298	250	250	100	379
300 MHz/89 mm US WB LH	375	300	300	150	452
400 MHz/54 mm US LH	386	300	300	100	464
400 MHz/54 mm US ULH	397	350	350	150	494
400 MHz/89 mm US WB LH	500	450	350	150	584
500 MHz/54 mm US LH	648	400	400	150	749
500 MHz/89 mm US WB LH	1300	700	600	400	1700
600 MHz/54 mm US LH	1150	700	700	350	1300
600 MHz/89 mm US WB LH	2285	1500	1400	600	2675
700 MHz/54 mm US LH	2663	1700	1600	700	3040
WB= Wide Bore (apertura ancha) (89mm), US= UltraShield™, LH= Long Hold, ULH= Ultra Long Hold					

Ejemplos de Distribuciones de sala

Las siguientes figuras ilustran algunas distribuciones generales de sistemas AVANCE™ básicos. Por favor, esto son solo ejemplos, una distribución de sala particular, dependerá de una gran variedad de factores que se han indicado a lo largo de este manual, así como de las características propias del edificio y su distribución. Estos ejemplos, junto con el capítulo **"Planificación del suelo" en la página 32**, son una base para planificar su propia distribución particular. Si tiene cuestiones adicionales o necesita asistencia, por favor, contacte con su oficina de Bruker.

Si planea instalar un sistema de criosonda, remítase a la Guía de planificación de locales para sistemas de criosonda, para la información específica sobre las necesidades de sitio de la criosonda.

EJEMPLO DE DISTRIBUCIÓN PARA AVACE 300 MHz / 54mm

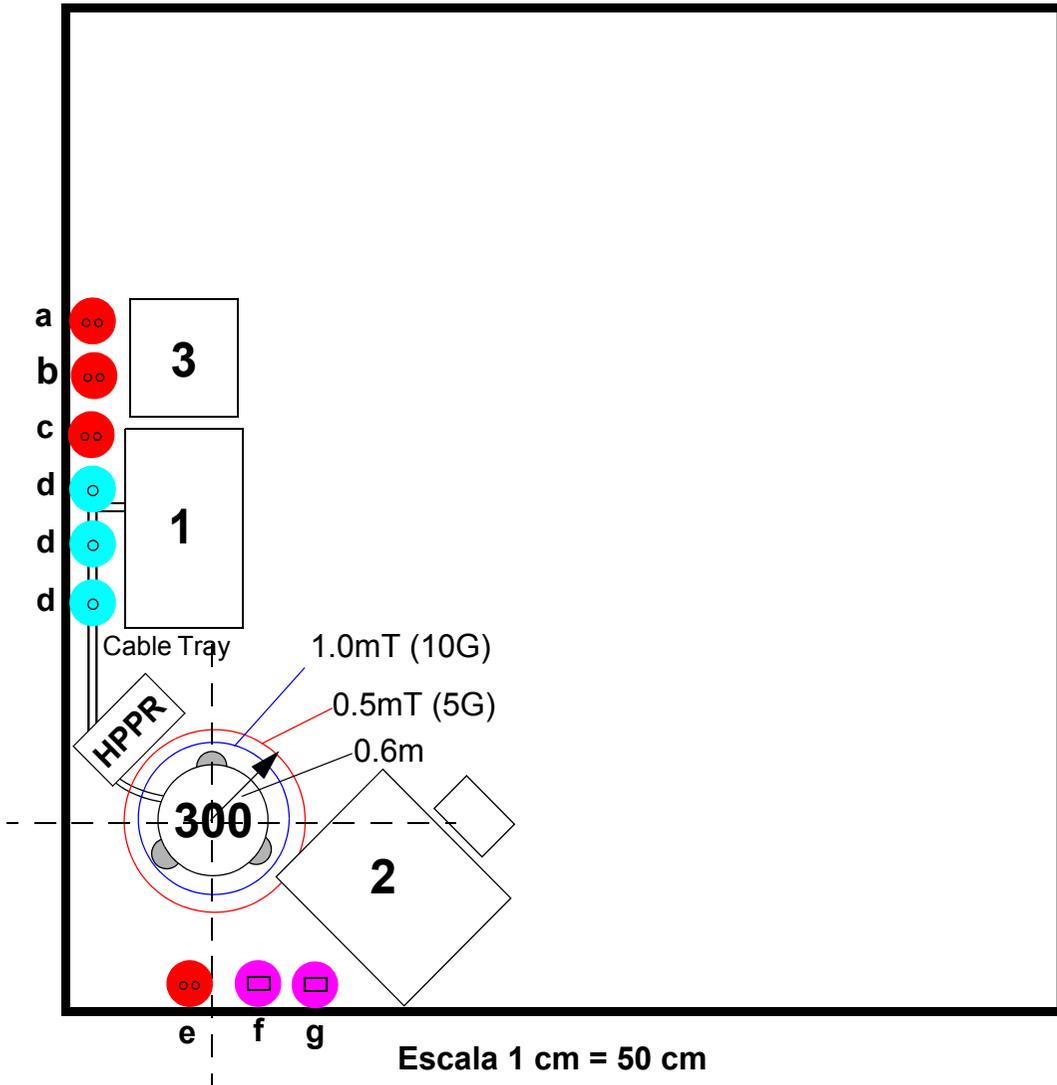
LEYENDA

1: Consola Avance™

2: Estación de trabajo y mesa

3: Unidad BCU05

-  **a** - 230V/16A monofásica (opcional para BCU05)
-  **b** - 230V/16A monofásica (mantenimiento y servicio)
-  **c** - 230V/16A monofásica (para consola)
-  **d** - Línea regulada para nitrógeno (min. 5.6 bar)
-  **e** - 230V/16A monofásica
-  **f** - Puerto de teléfono
-  **g** - Puerto de datos



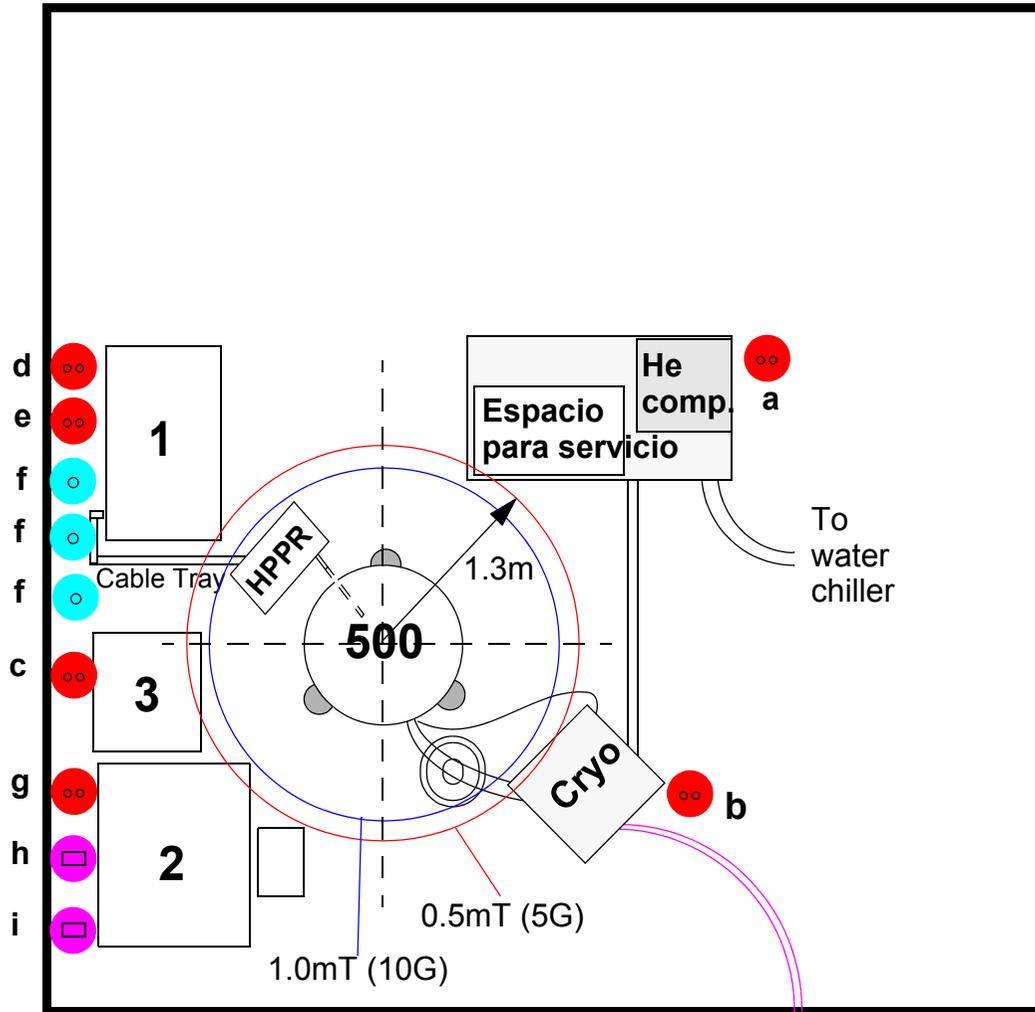
EJEMPLO DE DISTRIBUCIÓN PARA AVANCE 500 MHz / 54mm

(monstrado con Sistema de Criosonda)

300-700 MHz Version 003



117 (135)



Escala 1cm = 0.5m

Al He gas de alta pureza

LEYENDA

1: Consola Avance™

2: Estación de trabajo y mesa

3: Unidad BCU05

⊙ a - 380V/12A trifásica (compresor de He)

⊙ b - 230V/16A monofásica (a través de transformador - unidad de criorefrigeración)

⊙ c - 230V/16A monofásica (opcional para BCU-05)

⊙ d - 230V/16A monofásica (mantenimiento y servicio)

⊙ e - 230V/16A monofásica (para consola)

⊙ f - Línea regulada para nitrógeno (min. 5,6 bar)

⊙ g - 230V/16A monofásica

⊙ h - Puerto de teléfono

⊙ i - Puerto de datos

Para información adicional sobre la ubicación del sistema de criosonda, remítase al manual de planificación de locales para criosondas

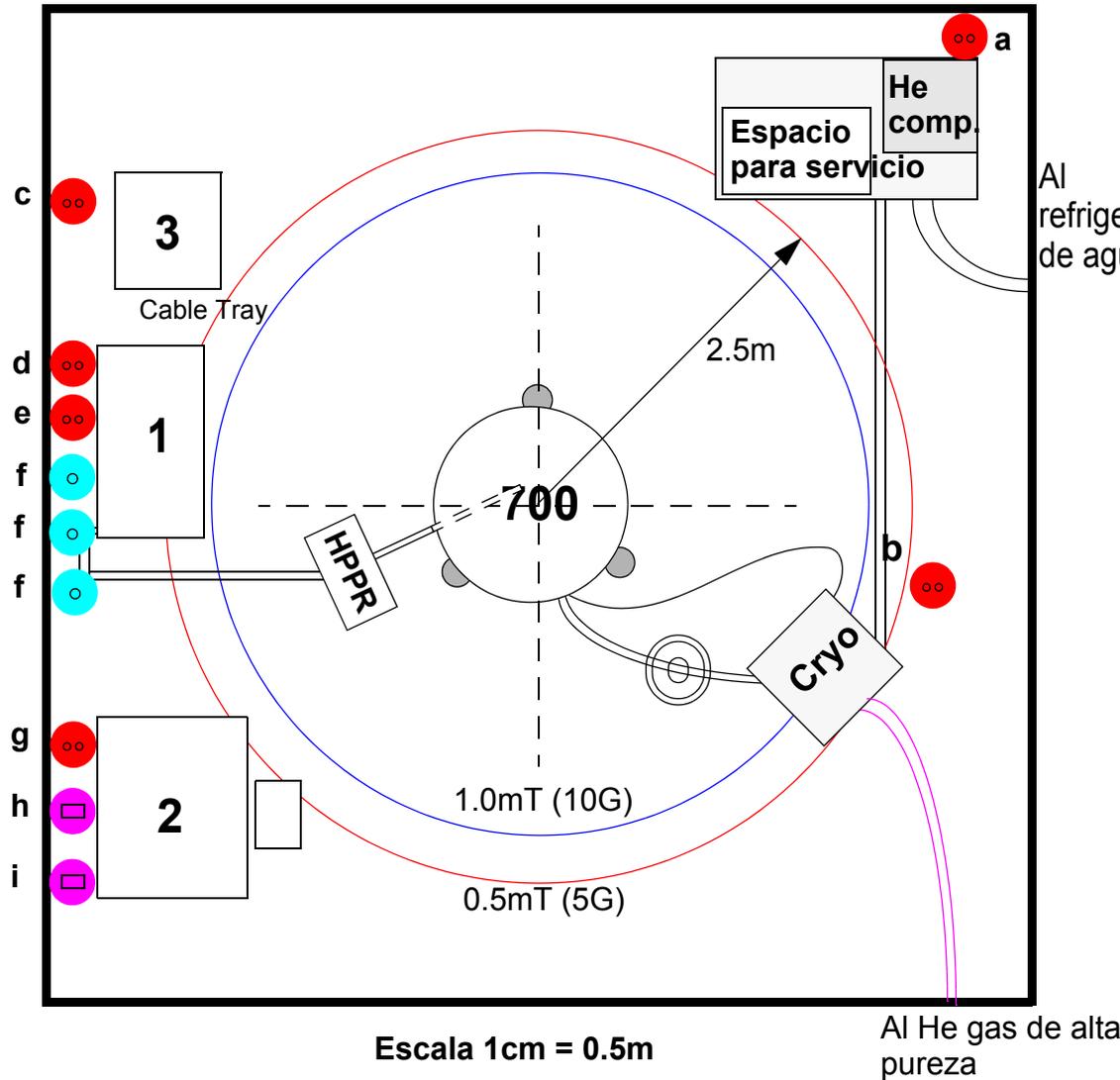
EJEMPLO DE DISTRIBUCIÓN PARA AVANCE 700 MHz / 54mm

(monstrado con Sistema de Criosonda)

118 (135)



300-700 MHz Version 003



LEYENDA

1: Consola Avance™

2: Estación de trabajo y mesa

3: Unidad BCU05

○ a - 380V/12A trifásica (compresor de He)

○ b - 230V/16A monofásica (a través de transformador - unidad de criorefrigeración)

○ c - 230V/16A monofásica (opcional para BCU-05)

○ d - 230V/16A monofásica (mantenimiento y servicio)

○ e - 230V/16A monofásica(para consola)

○ f - Línea regulada para nitrógeno (min. 5,6 bar)

□ g - 230V/16A monofásica

□ h - Puerto de teléfono

i - Puerto de datos

Para información adicional sobre la ubicación del sistema de criosonda, remítase al manual de planificación de locales para criosondas

Planes de emergencia

- Los laboratorios de RMN no deben estar abiertos al público. Asegúrese de que el acceso está restringido solo a personal cualificado
- Forme al personal con regularidad
- Los campos magnéticos intensos implican diversos peligros. Debe señalarse la zona peligrosa con toda la precisión que sea posible mediante el uso de barreras, cintas adhesivas en el suelo o dispositivos visuales de advertencia. Consulte su manual de seguridad para información específica acerca de la zona peligrosa (línea de 0,5 mT)
- Señalice claramente todas las rutas hacia las salidas de emergencia.
- Prohíba estrictamente fumar durante los procesos de rellenado. Mientras que el nitrógeno y el helio no son combustibles, los extremos fríos del dewar provocan la condensación del oxígeno del aire en las superficies del mismo, lo que puede aumentar las concentraciones locales de oxígeno.
- Si su sistema de imán está instalado en una sala pequeña o en un espacio confinado, como un foso, es altamente recomendado usar o instalar dispositivos de advertencia de nivel de oxígeno.
- Rellene la lista de contactos de emergencia (**Figure B.1.**) y manténgala actualizada. Coloque la lista en lugares visibles, de modo que si se produce una emergencia, pueda avisarse inmediatamente al personal / organización adecuado.

Figure B.1. Lista de teléfonos de emergencia

Lista de teléfonos de emergencia		
En caso de problemas o emergencias <u>DURANTE EL HORARIO DE TRABAJO</u> , avise al personal siguiente:		
Nombre	Organización/Departamento	Teléfono

En caso de problemas o emergencias <u>DURANTE LA NOCHE, FINES DE SEMANA O VACACIONES</u>, avise al personal siguiente:			
Nombre	Dirección	Tiempo de desplazamiento	Teléfono
Departamento de bomberos			
Policía			
Servicio médico			
Servicio técnico			

Los laboratorios de RMN no deben ser accesibles al público. Asegúrese de que el acceso está restringido solo a personal cualificado.

Los campos magnéticos intensos implican diversos peligros. Debe señalarse la zona peligrosa (con toda la precisión que sea posible), mediante el uso de barreras, cintas adhesivas en el suelo o dispositivos visuales de advertencia. Consulte su manual de seguridad para información específica acerca de la zona peligrosa (línea de 0,5 mT).

- Los sistemas de imán atraen los metales hechos de hierro, acero o níquel.
- El sistema del imán genera unos campos magnéticos muy intensos. En la esfera de influencia del imán, las piezas metálicas, herramientas, material de limpieza y otros objetos (llaves, monturas de gafas metálicas) fabricados en metal pueden acusar fuerzas intensas, incluso incontrolables, que pueden convertirlos en proyectiles peligrosos.
- **No permita**, bajo ninguna circunstancia, que las personas que lleven **marcapasos cardiacos y/o implantes médicos permanezcan en la proximidad del sistema del imán**.
- Pueden dañarse o funcionar mal los relojes, los dispositivos eléctricos y electromecánicos, así como las tarjetas de crédito y otros medios de almacenamiento magnético, si se llevan dentro del área señalada del imán.
- Si un objeto es atraído por el imán y se pega a él, informe inmediatamente a la persona responsable. Nunca trate de retirar el objeto por la fuerza. Esto solo causará daños adicionales al imán, al objeto así como a la persona que intenta retirarlo.
- Los sistemas de imán están refrigerados por uso de nitrógeno y helio líquido. En estado líquido, estos gases tiene una temperatura de $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-269\text{ }^{\circ}\text{C}$ respectivamente. El contacto de estos líquidos con la piel pueden causar severas quemaduras por frío; el contacto con los ojos puede causar ceguera.
- No toque ninguna de las piezas muy frías, ya que hay peligro de adhesión a la piel.
- Cuando esté en contacto directo con el sistema, lleve siempre ropa de protección y guantes.



- El nitrógeno es incoloro e inodoro. En una sala cerrada, el nitrógeno se depositará en el suelo.
- El helio también es incoloro e inodoro, pero tiene una densidad menor que el aire. En una sala cerrada, el helio subirá hacia el techo. Cuando está en contacto con el aire húmedo puede observarse la formación de niebla. Una concentración alta en el aire circundante puede observarse por un aumento significativo de la voz.
- En estado gaseoso ambas sustancias desplazan el oxígeno. Una descarga súbita de gas desde el sistema en una sala cerrada o insuficientemente venti-

lada puede provocar sofocación. Por tanto, es imprescindible disponer de ventilación adecuada (intercambio del volumen de aire de la sala 3 – 5 veces / hora).

- En caso de una descarga súbita de gas desde el sistema del imán, abra inmediatamente todas las ventanas y puertas disponibles y salga de la sala sin tardanza.
- Cuando trabaje en la sala del imán tenga siempre en mente la ubicación de la salida más próxima. Cuando los gases que escapan del imán se mezclan con el aire ambiente, puede formarse una niebla, que impida la visibilidad de las salidas.
- Durante un quench, puede producirse oxígeno líquido. Este goteará desde la parte superior de las torres del imán. Si el oxígeno líquido llega a entrar en contacto con aceite o grasa, puede producirse una combustión espontánea.
- Nunca se suba o trepe a la parte superior del sistema del imán.



¡El apagado y encendido del sistema solo afecta a los componentes electrónicos, el campo magnético siempre permanece!

Valor MWC

B.3.1

“El valor MWC (Maximun Workstation Concentration) (Concentración Máxima en el puesto de trabajo) es la concentración media máxima tolerable de una sustancia en el aire en forma de gas, polvo o vapor, sobre la base del conocimiento actual, durante el trabajo de 8 horas diarias hasta 42 horas semanales, en un largo periodo de tiempo, sin poner en riesgo la salud de una persona normal.

En la definición de estos valores se han tenido en cuenta, en todo lo posible, las diversas sensibilidades y el esfuerzo realizado por las personas que trabajan, en relación con la edad, sexo, constitución, estado nutricional, clima, cantidad de trabajo físico y psíquico.

(Fuente: SUVA, Grenzwerte am Arbeitsplatz 1999)

Valor efectivo de la densidad de flujo en el rango de frecuencia de 0 – 1 Hz para tiempos de exposición de:

<u>1 hora / día</u>	<u>2 horas / día</u>	<u>Exposición continua (8 horas / día)</u>
212,2 mT	127,3 mT	67,9 mT

- El lugar de trabajo debe estar fuera del contorno de la línea de 0,5 mT (5 G)
- No hay incremento de riesgo para las mujeres embarazadas.



Se recomienda que el responsable del imán presente al departamento de bomberos y / o autoridades locales el lugar de ubicación del sistema del imán. Es importante que estas organizaciones estén informadas de los riesgos potenciales de los sistemas de imán, .por ejemplo, que el uso de muchos de los dispositivos de rescate magnéticos (balas de oxígeno, extintores de incendios, hachas, etc.) pueden ser peligrosos si se usan cerca del sistema del imán. Por otro lado, sus expertos y su experiencia puede ser de un valor inestimable en la preparación de un Plan de emergencia.



- En un laboratorio de RMN, NO deben usarse extintores de incendios de CO₂ magnéticos.
- Los equipos de respiración que utilizan tanques de oxígeno fabricados con materiales magnéticos pueden ser peligrosos cuando se utilizan cerca del sistema del imán, ya que el campo magnético se mantiene.
- El helio gas que escapa del sistema no debe confundirse con humo. Indique al Departamento de bomberos y al servicio técnico de que el sistema del imán no puede “apagarse” con agua. Las válvulas de salida pueden congelarse y generar un exceso de presión en el sistema.
- Las ventanas del laboratorio de RMN que son accesibles durante una Emergencia, deben estar claramente señalizadas con señales de advertencia, visibles desde el exterior.



- Los tratamientos médicos de emergencia no deben realizarse cerca del sistema del imán.
- El contacto con líquidos, gases o vapores fríos pueden provocar irritaciones en la piel parecidas a las quemaduras. La severidad de las quemaduras depende de la temperatura y tiempo de exposición. En el caso de contacto con los ojos de los líquidos criogénicos, lávese abundantemente con agua limpia y solicite asistencia oftalmológica inmediatamente.

Primeras ayudas para quemaduras por frío

- Lleve al herido a una sala caliente (22°C aproximadamente).
- Desabroche toda la ropa que impida la circulación sanguínea de las partes afectadas.
- Vierta grandes cantidades de agua templada sobre las partes afectadas. (¡No use nunca agua muy caliente o calor seco!)
- Cubra la herida con gasas secas y estériles.
- Inmovilice la parte del cuerpo afectada.
- Solicite inmediatamente asistencia médica.

Figuras

1	Introducción	5
2	Seguridad	9
Figura 2.1.	Consideraciones a tener en cuenta en el lugar del imán: Personal, equipamiento	10
Figura 2.2.	Típicos signos de advertencia necesarios en el área del imán	11
Figura 2.3.	Figura 2.3 Disponga de ventilación adecuada durante el relleno	15
Figura 2.4.	Figura 2.4 Consideraciones generales de seguridad	17
3	Transporte y envío	19
Figura 3.1.	Moviendo el imán con un deslizador de aire a través de la puerta del laboratorio	20
Figura 3.2.	Descarga del imán desde el camión de transporte	25
4	Altura del techo	27
Figura 4.1.	Requisitos de altura del techo	28
Figura 4.2.	Una caja de falso techo (incluyendo la plataforma elevadora usada para la instalación)	30
5	Distribución de la sala	31
Figura 5.1.	Unidades principales: consola, mesa de trabajo e imán	31
Figura 5.2.	Ejemplo de distribución de sala (con sistema de Criosonda)	32
Figura 5.3.	Ejemplo de plataforma para el imán sencilla	35
Figura 5.4.	Ejemplo de foso para el imán	36
Figura 5.5.	Límites del campo residual respecto a la ubicación del espectrómetro	38
Figura 5.6.	SampleRail de Bruker	42
Figura 5.7.	Presentación del cableado para Sistemas AVANCETM estándar	44
Figura 5.8.	Cableado para Sistemas AVANCETM con consola de alta potencia y Micro imaging	45
6	Accesos de servicio y ventilación	47
Figura 6.1.	Requisitos de acceso de servicio para el imán	47
Figura 6.2.	Quench a 600 MHz WB (Imán apertura ancha WideBore)	51
Figura 6.3.	Sistemas de ventilación comerciales	52
Figura 6.4.	Sistema de ventilación comercial de extracción pasiva	53
Figura 6.5.	Tuberías de emergencia de quench	54
Figura 6.6.	Ejemplo de algunos monitores de oxígeno y sensores de nivel	

.....	55
7 Suelo y cimentación	57
Figura 7.1. Ejemplo de imán de 700 MHz UltraShield	58
8 Vibraciones	63
Figura 8.1. Esquema del sistema de medida de vibraciones	65
Figura 8.2. Espectro de frecuencia de las vibraciones	65
Figura 8.3. Amortiguadores neumáticos	67
Figura 8.4. Efecto de los amortiguadores neumáticos	68
Figura 8.5. Amortiguación de postes aislantes de vibración	69
Figura 8.6. Características de amortiguación de amortiguadores neumáticos actuales	69
9 Entorno magnético	73
10 Interferencias electromagnéticas	77
Figura 10.1. Medida de las variaciones del campo magnético local	78
11 Mantenimiento de criogénicos e imán	85
Figura 11.1. Equipamiento para criogénicos	89
12 Servicios	91
Figura 12.1. Mecanismo de solución – difusión	96
Figura 12.2. Separación de gas usando un separador de N2	97
Figura 12.3. Separador de nitrógeno	97
Figura 12.4. Ejemplo de configuración de un sistema de secador / filtro normal	103
13 Misceláneas	105
Figura 13.1. Uso de correas electrostáticas	105
Figura 13.2. Suelo electrostático	106
14 Instalación	107
Figura 14.1. Altura mínima del garfio para la instalación	110
Figura 14.2. Bruker BioSpin - Plataforma de montaje especial - Estructura metálica en forma de A	111
A Ejemplos de Distribuciones de sala	115
B Planes de emergencia	119
Figure B.1. Lista de teléfonos de emergencia	120

Tablas

1	Introducción	5
2	Seguridad	9
Tabla 2.1.	Efecto de los campos magnéticos sobre los equipos	13
3	Transporte y envío	19
Tabla 3.1.	Anchura, altura y tamaño de la caja de embalaje de transporte del espectrómetro	21
Tabla 3.2.	Dimensiones de la caja de envío y altura de transporte del imán	21
Tabla 3.3.	Dimensiones de la caja de envío y altura de transporte del imán	22
Tabla 3.4.	Dimensiones y altura de transporte de las cajas de la plataforma del imán y accesorios	22
Tabla 3.5.	Pesos de transporte del imán y accesorios	23
Tabla 3.6.	Pesos de transporte de las consolas de RMN y de los accesorios	24
4	Altura del techo	27
Tabla 4.1.	Requisitos de altura del techo	29
Tabla 4.2.	Requisitos de altura del techo	29
5	Distribución de la sala	31
Tabla 5.1.	Intensidad de campo máxima para el equipamiento de RMN	33
Tabla 5.2.	Dimensiones de los Equipos de RMN	33
Tabla 5.3.	Campos residuales horizontales para distintos imanes ...	39
Tabla 5.4.	Campos residuales verticales para distintos imanes	39
Tabla 5.5.	Campos residuales verticales para distintos imanes	40
6	Accesos de servicio y ventilación	47
Tabla 6.1.	Ejemplos de gas liberado durante el pre-enfriamiento, el enfriamiento y en caso de quench	50
Tabla 6.2.	Capacidad máxima de helio y velocidad de flujo de gas .	51
Tabla 6.3.	Calor generado por Sistemas AVANCETM	56
7	Suelo y cimentación	57
Tabla 7.1.	Diámetro, Peso del imán (lleno) y capacidad mínima del suelo	57
Tabla 7.2.	Diámetro, Peso del imán (lleno) y capacidad mínima del suelo	58

Tabla 7.3.	Voltajes electrostáticos normales	60
8 Vibraciones		63
Tabla 8.1.	Lista de las medidas de amortiguación disponibles para las distintas frecuencias de imán	70
9 Entorno magnético		73
Tabla 9.1.	Recomendaciones para objetos magnéticos estáticos	74
Tabla 9.2.	Recomendaciones para objetos magnéticos móviles	75
10 Interferencias electromagnéticas		77
Tabla 10.1.	Distancias mínimas de las fuentes de interferencia electromagnética	79
Tabla 10.2.	Frecuencias de funcionamiento de los espectrómetros de RMN	81
Tabla 10.3.	Lista de núcleos normalmente estudiados y sus frecuencias de resonancia correspondientes	82
11 Mantenimiento de criogénicos e imán		85
Tabla 11.1.	Tabla de propiedades de las sustancias criogénicas	86
12 Servicios		91
Tabla 12.1.	Requisitos de potencia del sistema básico (2 canales) ...	91
Tabla 12.2.	Requisitos de potencia del sistema básico (2 canales) ...	92
Tabla 12.3.	Requisitos de gas comprimido	95
13 Misceláneas		105
14 Instalación		107
Tabla 14.1.	Descripción general de la puesta en servicio del imán .	107
Tabla 14.2.	Descripción general de la puesta en servicio del imán .	108
Tabla 14.3.	Altura mínima de garfio necesaria durante el montaje ..	110
Tabla 14.4.	Requisitos de instalación para un rango de imanes	113
A Ejemplos de Distribuciones de sala		115
B Planes de emergencia		119

Índice alfabético

A

Aire acondicionado	
Como extractor	54
Altura del garfio	109
Altura del techo	
Adaptador WB -> SB	29
Altura de techo reducida	29
Altura mínima del garfio	109
Cálculo	29
Especificaciones	29
Imán	29
Línea de transferencia de helio	28
Rellenado de criogénicos	27
Sistemas de transferencia MAS	29
Altura mínima del garfio	109
Aspersores de agua	34

B

Balas	87
BCU05	
Punto de rocío	98
Ubicación	40
Bioestimuladores	10

C

Calidad del aire	100
Amortiguadores	99
Consecuencias del polvo	98
Impurezas grasas	98
Vapor de agua	98
Calor generado por la electrónica del AVANCE	56
Campos electromagnéticos fluctuantes	77
Campos residuales	
Campos residuales horizontales	39
Definición	9
Distorsión del color en monitores gráficos	37
Efecto sobre los monitores gráficos	37
Electrónica digital	36
Inventario del equipamiento	16
Monitores apantallados	37
Salas contiguas	16
Carga electrostática	59
Compresores	99
Velocidad de flujo constante	100

Consideraciones a tener en cuenta en el lugar del imán	
Equipamiento	10
Personal	10
Consolas microimaging	40
Criogénicos	
Balas de helio gas	88
Balas de nitrógeno gas	87
Dewars de transporte	88
Espacio adecuado para los dewars	16
Evaporación de líquidos	49
Mantenimiento	85
Criosonda	
Pasos para planificación del lugar de ubicación	42

D

Departamento de bomberos	
Asistencia en caso de quench	49
Descarga electrostática	59
Control	60
Prevención	60
Deslizadores de aire	25
Detectores de humo	34
Detectores de incendios	34
Dewars	89
Espacio adecuado para los dewars	16
Dimensiones de las puertas	25
Dispositivos de advertencia de oxígeno	
Ejemplos	55
Distorsión	73
Distribución de hierro estático	74
Distribución de la sala	
Espacio de trabajo alrededor del imán	16
Requisitos de acceso de servicio	47

E

Electricidad estática	59
Entorno magnética	
Distorsión magnética	74
Equipamiento de RMN	
Dimensiones de	33
Intensidad del campos máxima	33
Equipamiento de transporte	111
Espectrómetros de masas	83
Estación de trabajo de RMN	33
Estructura metálica en forma de A	111
Experimentos NOE diferencia	74

F

Foscas	
Ventilación adecuada	15
Fosos	

BCU05	35
Buena ventilación.....	35
Seguridad.....	35
Ubicación del imán.....	35
Ventilación	54
Fuerzas de atracción	
Balas de gas	12
Dewars.....	12
Herramientas y objetos metálicos.....	12
Objetos ferromagnéticos.....	11
G	
Generación triboeléctrica	60
H	
Helio.....	85
Homogeneidad del imán	34
Homogeneización	73
I	
Imán	
Acceso de servicio	47
Efecto sobre el equipamiento	12
Implantes médicos	
Efectos daninos	10
Impresora	33
Instalación	107
Equipo de montaje especial.....	111
Intensidad de campo máxima para el equipamiento de RMN	33
Intensidad del campo	
Muebles de oficina	33
Interferencias de radiofrecuencias	81
Interferencias electromagnéticas	
Ascensores	77
Centrífugas	77
Definición	77
Espectrómetros de masas	77
Interferencia DC.....	78
Interferencias RF	80
Líneas de corriente	77
Metro.....	78
Motores eléctricos.....	77
Referencia digital	82
Sistemas de aire acondicionado	77
Transformadores.....	77
Tranvías	78
Interferencias RF.....	80
Emisoras de televisión	80
Receptores de radiofrecuencia	80
Señales de emisoras de radio locales	80

L

LC-RMN/MS	
Ubicación	41
Luces fluorescentes	34

M

Manipulador de Líquidos Gilson 215	
Ubicación	41
Marcapasos cardiacos	10
Material magnético movable	74
Materiales ferromagnéticos	
Homogeneidad del imán	73
Presencia de	73
Radiadores.....	73
Tuberías metálicas, radiadores, etc.....	73
Medidas para amortiguación de vibraciones	
Amortiguadores neumáticos inflables	65
Bloques de goma	65
Postes aislantes de vibración	65
Metro y tranvías	77
Microimagen.....	40
Monitor gráfico	37

N

Neuroestimuladores	10
Nitrógeno.....	87
Nitrógeno gas	
Ventajas de uso sobre el aire comprimido	94

O

Objetos estáticos.....	74
Objetos ferromagnéticos	
Atracción por los imanes.....	11
Objetos magnéticos	
Ubicación	15
Ordenador de adquisición	
Ubicación	36

P

PC	33
Pesos	
Consolas de RMN.....	24
Planificación del suelo.....	32
Equipo de RMN.....	32
Plotter.....	33

Q

Quench	
Notificación al departamento de bomberos	49, 123
Tuberías de extracción gases	14

R

Referencia digital	82
Requisitos de corriente eléctrica	91
Requisitos de corriente eléctrica	
Cambiador de muestra automático (B-ACS)	92
Consola de alta potencia	92
Consumo de potencia	91
CP MAS	92
Estabilizadores de voltaje	93
Requisitos de gas comprimido	96
RFI	80

S

SampleRail	
Ubicación	41
Seguridad	
Acceso limitado a personal autorizado	16
Criogénicos	14
Implantes médicos	10
Peligros potenciales del imán	11
Sensor piezoeléctricos	65
Sensores de nivel de oxígeno	49
Servicios	
Requisitos de corriente eléctrica	91
Suelo	
Peso del equipo	40
Suministro de gas comprimido	
Contenido en agua	98
Contenido en grasa	98
Filtros	100
Secadores	100

T

Tipos de interferencia EMF	77
Tipos de suelos	
Factores ESD	59
Transmisibilidad	70
Transporte	
Caja de envío	21
Deslizadores de aire	19
Dimensiones mínimas de las puertas	20
Requisitos de altura del imán	21

U

Ubicación de la consola	36
Ordenador de adquisición	36
Ubicación de la mesa de trabajo	36
Discos duros, cintas, controladores de CD-ROM	37
Monitores gráficos.....	37
Ubicación del cambiador de muestra	40
Ubicación del imán.....	34
Estructuras de hierro.....	34
Fuentes de calor artificial	34
Luz solar directa.....	34
Refuerzos de paredes, suelos y techos	34
Salas adyacentes.....	34
UPS.....	93

V

Ventilación	
Requisitos de espacio de la consola.....	47
Sistemas de ventilación comerciales	52
Soluciones de extracción activa.....	52
Soluciones de extracción pasiva.....	52
Tuberías de quench	53
Vibraciones	
Amortiguadores neumáticos	67
Medidas de amortiguación pasivas.....	65
Medidas para amortiguación.....	70
Palas antivibración.....	66
Postes aislantes de vibración	68
Vibraciones externas	63
VIP	63

Notes: