



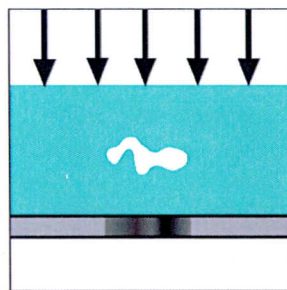
LEONARDO DA VINCI II



EUROPEAN TRAINING PROGRAMME FOR THE  
QUALIFICATION OF NDT PERSONNEL

# RADIOGRAFÍA

Manual de estudio niveles 1 y 2



## INDICE

<b>UD1</b>	<b>BASES</b> .....	9
	1.1. Introducción .....	9
<b>UD2</b>	<b>PROPIEDADES DE LOS RAYOS X Y GAMMA</b> .....	23
	2.1. Propiedades de los rayos X y gamma .....	25
<b>UD3</b>	<b>EQUIPOS RADIATIVOS</b> .....	37
	3.1. Montaje y funcionamiento de instalaciones de rayos X y gamma y aceleraciones ...	39
	3.2. Montaje y servicio de los equipos de rayos gamma .....	44
	3.3. Aceleraciones: equipos para la producción de RX de alta y energía .....	50
<b>UD4</b>	<b>PROPIEDADES DE LAS PELÍCULAS Y PANTALLAS INTENSIFICADORAS</b> .....	55
	4.1. Estructura de las películas .....	57
	4.2. Proceso fotográfico .....	57
	4.3. Densidad óptica .....	58
	4.4. Contraste $\Delta D$ .....	59
	4.5. Propiedades de las películas .....	60
	4.6. Gradiente $G$ .....	60
	4.7. Granularidad $\sigma D$ .....	62
	4.8. Relación gradiente-ruido $G/\hat{U}D$ .....	63
	4.9. Sensibilidad $S$ (velocidad) .....	63
	4.10. Penumbra inherente como consecuencia de la granularidad .....	63
	4.11. Clasificación del sistema de películas .....	63
	4.12. Efectos y misiones de las pantallas intensificadoras .....	64
<b>UD5</b>	<b>REVELALDO DE PELÍCULA</b> .....	67
	5.1. Revelado de la película de acuerdo con DGZFP-recomendación D2 y en conformidad con EN 584-2 .....	69
	5.2. Control del revelado de la película .....	71
	5.3. Sumario del desarrollo del manual .....	75
<b>UD6</b>	<b>PENUNBRA GEOMÉTRICA <math>U_g</math></b> .....	77
	6.1. Penumbra geométrica $U_g$ .....	79
	6.2. Distancia $a$ , distancia mínima $f_{min}$ .....	80
	6.3. Distancia foco-película $ffd$ .....	81
	6.4. Ley del cuadrado de la distancia .....	82
	6.5. Distancia del punto focal $d$ .....	82
	6.6. Efecto de la penumbra sobre el contraste .....	85
	6.7. Medida del punto focal en el marco de la normalización europea .....	86
<b>UD7</b>	<b>CALIDAD DE IMAGEN</b> .....	89
	7.1. Influencia sobre la calidad de imagen (valores límite EN 444) .....	91
	7.2. Contraste .....	93
	7.3. Granularidad/penumbra inherente $UI$ .....	94
	7.4. Penumbra $U_g$ .....	94
	7.5. Área evaluable; ángulo de distorsión de borde .....	96
<b>UD8</b>	<b>INDICADORES DE CALIDAD DE IMAGEN</b> .....	99
	8.1. Indicadores de calidad de imagen (IQI) de acuerdo con EN 462-1, EN 462-2 .....	101
	8.2. Indicadores de ASTM (EE.UU.) .....	104
	8.3. Penetrómetro AFNOR (Francia) .....	104
	8.4. Penetrómetro de doble filo, EN 462-5 .....	105
<b>UD9</b>	<b>DIAGRAMAS DE EXPOSICIÓN</b> .....	109
	9.1. Diagramas de exposición .....	111
	9.2. Operar con el diagrama de exposición .....	113
	9.3. Influencia de los parámetros de exposición .....	113



9.4. Factores de exposición relativa REF (valores aproximados)	114
9.5. Límites de diagrama de exposición	114
<b>UD10 ENSAYO DE SOLDADURAS DE ACUERDO CON LA EN 1435</b>	<b>115</b>
10.1. Disposición de la exposición para objetos planos	117
10.2. Disposición de la exposición para áreas de ensayo curvadas	117
10.3. EN 1435	120
10.4. Número de exposiciones parciales (6.7)	125
10.5. Observaciones ulteriores	126
<b>UD11 ENSAYO DE SOLDADURAS (EN 12681)</b>	<b>129</b>
11.1. Observaciones generales	131
11.2. Alcance de aplicación	131
11.3. Clases de ensayo	131
11.4. Selección de la disposición de ensayo	131
11.5. Selección de la fuente de radiación	131
11.6. Selección de la combinación película/pantalla	133
11.7. Densidad óptica D requerida	134
11.8. Cómo establecer las condiciones geométricas	134
11.9. Ampliación de la circunferencia objeto	134
11.10. Establecimiento de criterios para el área de ensayos evaluable L	136
11.11. Solapamiento de películas y áreas de ensayo	136
<b>UD12 TÉCNICAS ESPECIALES</b>	<b>137</b>
12.1. Técnica de exposición panorámica	139
12.2. Técnica de amplificación	139
12.3. Técnica de exposición en estéreo	141
12.4. Inspección de la placa base de tubos	141
12.5. Radiografía de proyección	143
12.6. Técnica del haz duro y blando	147
12.7. Influencia sobre ciertas técnicas de ensayo	148
12.8. Campos especiales de aplicación	149
<b>UD13 IMPERFECCIONES EN UNIONES SOLDADAS</b>	<b>151</b>
13.1. Materiales	153
13.2. Técnicas básicas de soldadura	153
13.3. Imperfección de uniones soldadas	156
13.4. Imperfecciones en soldaduras de acuerdo con EN ISO 6520	163
<b>UD14 PROCESO DE FUNDICIÓN Y POSIBLES IMPERFECCIONES</b>	<b>165</b>
14.1. Proceso de fundición	167
14.2. Imperfecciones	169
<b>UD15 IMPERFECCIONES EN SOLDADURAS Y FUNCIONES</b>	<b>173</b>
15.1. Imperfecciones en soldaduras	175
15.2. Imperfecciones de las fundiciones	178
15.3. Otras imperfecciones formadas en imágenes de películas de rayos X	181
<b>UD16 ENSAYO DE OTROS MATERIALES</b>	<b>183</b>
16.1. Materiales con número atómico bajo y densidad baja	185
16.2. Filtrado intermedio para reducir la relación de dispersión	187
16.3. Materiales de alta densidad y alto número atómico	187
16.4. Filtrado preliminar para el endurecimiento	187
<b>UD17 CÓMO REDACTAR UNA INSTRUCCIÓN EN END</b>	<b>189</b>
17.1. Cómo redactar una instrucción en END	191
17.2. Marcado del componente de la película	192
<b>UD18 INFORME DEL ENSAYO: REGISTRO</b>	<b>195</b>



18.1.	Registro del ensayo .....	197
18.2.	Protocolo de exposición .....	199
<b>UD19</b>	<b>ASPECTOS BÁSICOS DE LA EVALUACIÓN .....</b>	<b>201</b>
19.1.	Condición de la inspección de la película .....	203
19.2.	Requisitos relacionados con los negatoscopios .....	203
19.3.	Condiciones medioambientales .....	204
19.4.	Condiciones para la evaluación de la película .....	204
19.5.	Condición y tratamiento de las películas .....	204
19.6.	Control del marcado de la película .....	205
19.7.	Control de la densidad y áreas evaluables .....	205
19.8.	Control de la calidad de imagen (IQI) .....	205
19.9.	Defectos de la película, de la pantalla y del revelado .....	205
19.10.	Detección, clasificación y evaluación de defectos .....	205
19.11.	Lista de comprobación para evaluación de la película .....	205
<b>UD20</b>	<b>EVALUACIÓN DE IMPERFECCIONES EN SOLDADURAS .....</b>	<b>209</b>
20.1.	Detección, clasificación y evaluación de imperfecciones en soldaduras .....	211
20.2.	Clasificación (evaluación) de acuerdo con la EN ISO 5817 .....	212
20.3.	Catálogo DVS .....	216
20.4.	AD-2000 Merkblatt HP 5/3 .....	216
<b>UD21</b>	<b>REGISTRO DE DEFECTOS .....</b>	<b>223</b>
21.1.	Registro de defectos .....	225
<b>UD22</b>	<b>EVALUACIÓN DE PELÍCULAS DE FUNDICIÓN .....</b>	<b>227</b>
22.1.	Identificación de los tipos de indicaciones .....	229
22.2.	Características de los defectos/niveles de calidad .....	230
22.3.	Selección de catálogo de comparación .....	230
22.4.	Clasificación de las indicaciones .....	231
22.5.	Evaluación .....	231
22.6.	Clasificación de las aleaciones de fundiciones de metal ligero .....	232
22.7.	Estructura de las normas para el ensayo de fundición .....	232
<b>UD23</b>	<b>INTRODUCCIÓN A LAS DIFICULTADES DE LA EVALUACIÓN .....</b>	<b>235</b>
23.1.	Parámetros de influencia .....	237
<b>UD24</b>	<b>REGULACIONES TÉCNICAS .....</b>	<b>239</b>
24.1.	Regulación técnica AD: HP 5/3 .....	241
24.2.	Regulación técnica de VGB .....	241
24.3.	Regulaciones técnicas GL .....	241
24.4.	Regulaciones LTF .....	241
24.5.	EN 1559. Fundición .....	241
24.6.	EN 1206. Ensayo de soldaduras .....	241
24.7.	Normas con criterios de aceptación para uniones soldadas .....	246
<b>UD25</b>	<b>REGULACIONES TÉCNICAS EXTRANJERAS PARA LA EVALUACIÓN DE DEFECTOS .....</b>	<b>247</b>
25.1.	Código ASME .....	249