

NORMAS ARGENTINAS MINIMAS DE SEGURIDAD  
PARA EL TRANSPORTE Y DISTRIBUCION DE GAS  
NATURAL Y OTROS GASES POR CAÑERIAS

**N.A.G.-100**



REPÚBLICA ARGENTINA



## INDICE GENERAL

<b>PARTE A</b>	<b>- GENERALIDADES</b>	
<b>SECCION 1</b>	<b>- ALCANCE DE LA NORMA</b>	<b>1</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>1</b>
<b>SECCION 3</b>	<b>- DEFINICIONES</b>	<b>1</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>3</b>
<b>SECCION 4</b>	<b>- PREVENCION DEL MEDIO AMBIENTE</b>	<b>9</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>9</b>
<b>SECCION 5</b>	<b>- CLASE DE TRAZADO</b>	<b>9</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>10</b>
<b>SECCION 7</b>	<b>- INCORPORACION POR REFERENCIA</b>	<b>10</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>10</b>
<b>SECCION 9</b>	<b>- LINEAS DE CAPTACION</b>	<b>10</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>10</b>
<b>SECCION 11</b>	<b>- SISTEMAS DE GAS DE PETROLEO</b>	<b>10</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>11</b>
	1. Generalidades	11
	1.1 Introducción	11
	1.2 Aplicación de los códigos de referencia	
	2. Requisitos especiales de seguridad para sistemas de gases licuados de petróleo	11
	3. Requisitos especiales	11
	4. Pautas especiales para el control del gas de petróleo	13
	5. Otras normas	13
<b>SECCION 12</b>	<b>- SISTEMAS PARA GAS NATURAL LICUADO (GNL)</b>	<b>13</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>13</b>
<b>SECCION 13</b>	<b>- GENERALIDADES</b>	<b>13</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>13</b>
<b>SECCION 14</b>	<b>- REHABILITACION DE INSTALACION DE ACUERDO CON ESTA NORMA</b>	<b>14</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>14</b>
	1. Tipos	14
	2. Pruebas e inspección	14
	3. Inspección visual de tramos subterráneos	15
<b>SECCION 15</b>	<b>- GLOSARIO</b>	<b>15</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>15</b>
<b>SECCION 17</b>	<b>- ARCHIVO DE PLANES DE INSPECCION Y MANTENIMIENTO</b>	<b>15</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>16</b>

<b>PARTE B</b>	<b>- MATERIALES</b>	
<b>SECCION 51</b>	<b>- ALCANCE</b>	<b>17</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>17</b>
<b>SECCION 53</b>	<b>- GENERALIDADES</b>	<b>17</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>17</b>
	1. Requisitos de resistencia a la fractura	17
	2. Compatibilidad del gas ácido	18
<b>SECCION 55</b>	<b>- CAÑOS DE ACERO</b>	<b>18</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>18</b>
<b>SECCION 57</b>	<b>- CAÑERÍA DE FUNDICION O HIERRO DUCTIL</b>	<b>19</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>19</b>
<b>SECCION 59</b>	<b>- TUBO PLASTICO</b>	<b>19</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>19</b>
	1. Generalidades	19
	2. Resistencia a la intemperie del tubo plástico	20
<b>SECCION 61</b>	<b>- CAÑOS DE COBRE</b>	<b>20</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>20</b>
<b>SECCION 63</b>	<b>- MARCADO DE MATERIALES</b>	<b>20</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>21</b>
<b>SECCION 65</b>	<b>- TRANSPORTE DE CAÑOS</b>	<b>21</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>21</b>
<b>PARTE C</b>	<b>- DISEÑO DE CAÑERIAS</b>	
<b>SECCION 101</b>	<b>- ALCANCE</b>	<b>23</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>23</b>
<b>SECCION 103</b>	<b>- GENERALIDADES</b>	<b>23</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>23</b>
<b>SECCION 105</b>	<b>- FORMULA DE CALCULO PARA CAÑO DE ACERO</b>	<b>23</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>25</b>
<b>SECCION 107</b>	<b>- TENSION DE FLUENCIA (S) PARA CAÑOS DE ACERO</b>	<b>25</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>25</b>
<b>SECCION 109</b>	<b>- ESPESOR NOMINAL DE PARED PARA CAÑOS DE ACERO</b>	<b>25</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>25</b>
<b>SECCION 111</b>	<b>- FACTOR DE DISEÑO (F) PARA CAÑOS DE ACERO</b>	<b>26</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>27</b>
	1. Introducción	27
	2. Ejemplo de situaciones donde se usa el factor de diseño (F) para caño de acero	27
	3. Tabulación de requisitos para el factor de diseño (F) para caño de acero involucrado en caminos y ferrocarriles	28
	4. Diseño de cruces de autopistas por gasoductos sin camisa	28

<b>SECCION 113</b>	<b>- FACTOR DE JUNTA LONGITUDINAL (E) PARA CAÑOS DE ACERO</b>	<b>28</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>29</b>
<b>SECCION 115</b>	<b>- FACTOR DE VARIACION POR TEMPERATURA (T) PARA CAÑOS DE ACERO</b>	<b>29</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>29</b>
<b>SECCION 117</b>	<b>- DISEÑO DE CAÑOS DE FUNDICION</b>	<b>30</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>30</b>
<b>SECCION 121</b>	<b>- DISEÑO DE TUBOS PLASTICOS</b>	<b>30</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>30</b>
	1. Resistencia hidrostática a largo plazo según ASTM D 2513	30
	2. Gases de petróleo	31
	3. Tubos de polietileno	31
<b>SECCION 123</b>	<b>- LIMITACIONES DE DISEÑO PARA TUBOS PLASTICOS</b>	<b>31</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>31</b>
	1. Impacto y ductilidad	31
	2. Gases de petróleo	32
	3. Derivaciones con perforación bajo carga	32
	4. Para tubos fabricados bajo la norma ASTM	32
<b>SECCION 125</b>	<b>- DISEÑO DE CAÑOS DE COBRE</b>	<b>32</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>32</b>
<b>PARTE D</b>	<b>- DISEÑO DE COMPONENTES DE CAÑERIAS</b>	
<b>SECCION 141</b>	<b>- ALCANCE</b>	<b>33</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>33</b>
<b>SECCION 143</b>	<b>- REQUISITOS GENERALES</b>	<b>33</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>33</b>
<b>SECCION 144</b>	<b>- HABILITACION DE COMPONENTES METALICOS</b>	<b>33</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>34</b>
<b>SECCION 145</b>	<b>- VALVULAS</b>	<b>34</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>35</b>
	1. Válvulas de fundición con bridas en cañerías de acero	35
	2. Equivalencia	35
	3. Régimen de presión/temperatura	35
<b>SECCION 147</b>	<b>- BRIDAS Y SUS ACCESORIOS</b>	<b>35</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>35</b>
	1. Bridas	35
	2. Accesorios de bridas	37
<b>SECCION 149</b>	<b>- ACCESORIOS NORMALES</b>	<b>38</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>39</b>
<b>SECCION 151</b>	<b>- DERIVACION CON PERFORACION</b>	<b>39</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>39</b>
	1. Diseño	39
	2. Limitaciones de presión	40
	3. Limitaciones de tamaño	40
	4. Separación	40
	5. Otros	40

<b>SECCION 153</b>	<b>- COMPONENTES FABRICADOS POR SOLDADURA</b>	<b>40</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>41</b>
<b>SECCION 155</b>	<b>- CONEXIONES DE DERIVACION SOLDADAS</b>	<b>41</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA. REFUERZO DE CONEXIONES SOLDADAS DE DERIVACION</b>	<b>41</b>
	1. Exigencias generales	41
	2. Refuerzo de aberturas múltiples	43
	3. Consideraciones especiales	43
<b>SECCION 157</b>	<b>- ABERTURAS OBTENIDAS POR EXTRUSION</b>	<b>45</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>45</b>
	1. Generalidades	45
	2. Cálculos	46
	3. Otros	47
<b>SECCION 159</b>	<b>- FLEXIBILIDAD</b>	<b>47</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>47</b>
	1. Acero	47
	2. Plástico	49
	3. Otros materiales	49
<b>SECCION 161</b>	<b>- SOPORTES Y ANCLAJES</b>	<b>49</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>50</b>
	1. Acoples a presión o tipo manguito	50
	2. Soldadura de soportes o anclajes al caño	50
	3. Necesidad de anclajes como una fricción restringida del suelo	50
	4. Apuntalamiento en una curva	51
	5. Fuerza longitudinal de arranque	51
	6. Conexiones dentro de un relleno consolidado	51
<b>SECCION 162</b>	<b>- PLANTAS COMPRESORAS</b>	<b>51</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>51</b>
<b>SECCION 163</b>	<b>- PLANTAS COMPRESORAS. DISEÑO Y CONSTRUCCION</b>	<b>51</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>52</b>
	1. Construcción del edificio	52
	2. Clasificación de ubicaciones peligrosas para instalaciones eléctricas	52
<b>SECCION 165</b>	<b>- PLANTAS COMPRESORAS. EVACUACION DE LIQUIDOS</b>	<b>52</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>53</b>
<b>SECCION 167</b>	<b>- PLANTAS COMPRESORAS. PARADA DE EMERGENCIA</b>	<b>53</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>54</b>
<b>SECCION 169</b>	<b>- PLANTAS COMPRESORAS. DISPOSITIVOS LIMITADORES DE PRESION</b>	<b>54</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>54</b>
<b>SECCION 171</b>	<b>- PLANTAS COMPRESORAS. EQUIPOS DE SEGURIDAD ADICIONALES</b>	<b>54</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>55</b>
	1. Líneas de combustible	55
	2. Silenciadores	55
	3. Aire de arranque	55
<b>SECCION 173</b>	<b>- PLANTAS COMPRESORAS. VENTILACION</b>	<b>55</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>55</b>
	1. Generalidades	55
	2. Consideraciones de diseño	56
<b>SECCION 175</b>	<b>- RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO TIPO CAÑO Y TIPO BOTELLA</b>	<b>56</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>57</b>

<b>SECCION 177</b>	<b>- DISPOSICIONES ADICIONALES PARA RECIPIENTE TIPO BOTELLA</b>	<b>57</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>58</b>
<b>SECCION 179</b>	<b>- VALVULAS EN LINEAS DE TRANSMISION</b>	<b>58</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>58</b>
<b>SECCION 181</b>	<b>- VALVULAS EN LINEAS DE DISTRIBUCION</b>	<b>59</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>59</b>
	1. Válvulas de redes de distribución de alta presión	59
	2. Aislación de la planta reguladora	60
<b>SECCION 182</b>	<b>- CAMARAS</b>	<b>60</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>60</b>
<b>SECCION 183</b>	<b>- CAMARAS. REQUISITOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL</b>	<b>60</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>60</b>
	1. Soportes	60
	2. Aberturas	60
	3. Consideraciones para minimizar daños provocados por fuerzas externas	61
<b>SECCION 185</b>	<b>- CAMARAS. ACCESIBILIDAD</b>	<b>61</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>61</b>
<b>SECCION 187</b>	<b>- CAMARAS. SELLADO, VENDEO Y VENTILACION</b>	<b>61</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA. DUCTOS</b>	<b>62</b>
<b>SECCION 189</b>	<b>- CAMARAS. DRENAJE E IMPERMEABILIZACION</b>	<b>62</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>62</b>
<b>SECCION 191</b>	<b>- PRESION DE DISEÑO DE ACCESORIOS PLASTICOS</b>	<b>62</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>62</b>
<b>SECCION 193</b>	<b>- INSTALACION DE VALVULAS EN TUBOS PLASTICOS</b>	<b>63</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>63</b>
	1. Cargas impuestas por operación de válvula	63
	2. Tensiones secundarias	63
<b>SECCION 195</b>	<b>- PROTECCION CONTRA SOBREPRESION ACCIDENTAL</b>	<b>63</b>
	a) Requisitos generales	63
	b) Requisitos adicionales para sistemas de distribución	64
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>64</b>
	1. Generalidades	64
	2. Protección de sobrepresión	64
<b>SECCION 197</b>	<b>- CONTROL DE PRESION DEL GAS TRANSFERIDO DESDE SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE ALTA PRESION</b>	<b>66</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>67</b>
<b>SECCION 199</b>	<b>- REQUISITOS PARA EL DISEÑO DE DISPOSITIVOS DE ALIVIO Y LIMITACION DE PRESION</b>	<b>67</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>67</b>
	1. Discos de ruptura	67
	2. Líneas de control	68
	3. Incidentes	68
	4. Seguridad	69
	5. Otras consideraciones para minimizar daños provocados por fuerzas externas	69

<b>SECCION 201</b>	<b>- CAPACIDAD REQUERIDA DE LAS ESTACIONES DE ALIVIO Y LIMITADORAS DE PRESION</b>	<b>69</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>70</b>
	1. Generalidades	70
	2. Determinación de la capacidad del dispositivo de seguridad	70
<b>SECCION 203</b>	<b>- CAÑOS Y COMPONENTES PARA INSTRUMENTOS, CONTROL Y TOMA MUESTRAS</b>	<b>71</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>71</b>
<b>PARTE E</b>	<b>- SOLDADURA DE ACERO EN CAÑERIAS</b>	
<b>SECCION 221</b>	<b>- ALCANCE</b>	<b>73</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>73</b>
<b>SECCION 223</b>	<b>- GENERALIDADES</b>	<b>73</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>73</b>
<b>SECCION 225</b>	<b>- PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA</b>	<b>73</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>73</b>
<b>SECCION 227</b>	<b>- CALIFICACION DE SOLDADORES</b>	<b>74</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>74</b>
<b>SECCION 229</b>	<b>- LIMITACIONES SOBRE SOLDADORES</b>	<b>74</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>74</b>
<b>SECCION 231</b>	<b>- PROTECCION CONTRA MALAS CONDICIONES DEL TIEMPO</b>	<b>75</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>75</b>
<b>SECCION 233</b>	<b>- JUNTAS A INGLETE</b>	<b>75</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>75</b>
<b>SECCION 235</b>	<b>- PREPARACION PARA LA SOLDADURA</b>	<b>75</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>75</b>
	1. Soldadura a tope	75
	2. Soldaduras a filete	75
	3. Soldaduras herméticas	75
	4. Soldaduras a inglete	76
<b>SECCION 237</b>	<b>- PRECALENTAMIENTO</b>	<b>76</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>76</b>
<b>SECCION 239</b>	<b>- ALIVIO DE TENSIONES</b>	<b>76</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>77</b>
	A. Algunos métodos recomendables de alivio de tensiones	77
	B. Equipos para alivio local de tensiones	77
<b>SECCION 241</b>	<b>- INSPECCION Y ENSAYO DE SOLDADURAS</b>	<b>78</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>78</b>
<b>SECCION 243</b>	<b>- ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS</b>	<b>78</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>79</b>
	1. Métodos	79
	2. Registros	79

<b>SECCION 245 - REPARACION O REMOCION DE DEFECTOS</b>	<b>79</b>
<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>80</b>
<b>PARTE F - UNION DE MATERIALES POR METODOS QUE NO EMPLEEN SOLDADURA</b>	
<b>SECCION 271 - ALCANCE</b>	<b>81</b>
<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>81</b>
<b>SECCION 273 - GENERALIDADES</b>	<b>81</b>
<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>81</b>
1. Capacidad de unión	81
2. Clasificación de las uniones	81
3. Procedimientos escritos para unión	81
4. Abulonado	82
<b>SECCION 275 - CAÑOS DE FUNDICION</b>	<b>82</b>
<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>82</b>
<b>SECCION 277 - CAÑO DE HIERRO DUCTIL</b>	<b>82</b>
<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>82</b>
<b>SECCION 279 - CAÑOS DE COBRE</b>	<b>82</b>
<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>82</b>
<b>SECCION 281 - TUBOS DE PLASTICO</b>	<b>83</b>
<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>83</b>
1. Introducción	83
2. Generalidades	84
3. Unión en obra	84
<b>SECCION 283 - CAÑOS Y TUBOS PLASTICOS. CALIFICACION DE PROCEDIMIENTOS DE UNION</b>	<b>87</b>
<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>88</b>
1. Procedimientos escritos	88
2. Calificación del procedimiento	88
3. Calificación de componentes diferentes	89
<b>SECCION 285 - CAÑO Y TUBO PLASTICO. CALIFICACION DEL PERSONAL QUE EFECTUA UNIONES</b>	<b>89</b>
<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>90</b>
1. Control y certificación de quienes realizan uniones	90
2. Registros de certificación	90
<b>SECCION 287 - CAÑOS Y TUBOS PLASTICOS. INSPECCION DE UNIONES</b>	<b>90</b>
<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>90</b>
<b>PARTE G - REQUISITOS GENERALES DE CONSTRUCCION PARA LINEAS DE TRANSMISION Y CAÑERIA PRINCIPAL</b>	
<b>SECCION 301 - ALCANCE</b>	<b>91</b>
<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>91</b>
<b>SECCION 303 - CUMPLIMIENTO CON LAS ESPECIFICACIONES O NORMAS</b>	<b>91</b>
<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>91</b>

<b>SECCION 305</b>	<b>- INSPECCION. GENERALIDADES</b>	<b>91</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>91</b>
<b>SECCION 307</b>	<b>- INSPECCION DE MATERIALES</b>	<b>91</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>91</b>
<b>SECCION 309</b>	<b>- REPARACION DE CAÑOS DE ACERO</b>	<b>92</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA - QUEMADURAS DE ARCO</b>	<b>93</b>
<b>SECCION 311</b>	<b>- REPARACION DE TUBO PLASTICO</b>	<b>93</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>93</b>
	1. Generalidades	93
	2. Manguitos y parches	93
<b>SECCION 313</b>	<b>- CURVAS Y CODOS</b>	<b>94</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>94</b>
<b>SECCION 315</b>	<b>- CURVAS CORRUGADAS EN CAÑO DE ACERO</b>	<b>94</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>95</b>
<b>SECCION 317</b>	<b>- PROTECCION CONTRA ACCIDENTES</b>	<b>95</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>95</b>
	1. Peligros naturales	95
	2. Cañerías y acometidas de plataforma	95
	3. Consideraciones para reducir el daño provocado por fuerzas externas	96
	4. Consideraciones para reducir el daño provocado por operaciones explosivas	96
<b>SECCION 319</b>	<b>- INSTALACION DE LA CAÑERÍA EN LA ZANJA</b>	<b>96</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>96</b>
	1. Instalación	96
	2. Protección de la unión	97
	3. Relleno	97
<b>SECCION 321</b>	<b>- INSTALACION DE TUBERIA PLASTICA</b>	<b>98</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>98</b>
	1. Precauciones generales	98
	2. Cañería plástica enterrada directamente	99
	3. Caño plástico insertado en una camisa o en una cañería abandonada	99
	4. Precauciones para el curvado	100
	5. Estrangulamiento y apertura de caño termo plástico con el propósito de controlar la presión	100
<b>SECCION 323</b>	<b>- ENCAMISADO</b>	<b>101</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>101</b>
<b>SECCION 325</b>	<b>- ESPACIAMIENTO ENTRE ESTRUCTURAS SUBTERRANEAS</b>	<b>101</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>104</b>
	1. Luz	104
	2. Estructuras subterráneas adyacentes	104
<b>SECCION 327</b>	<b>- TAPADA</b>	<b>104</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>106</b>

<b>PARTE H</b>	<b>- MEDIDORES, REGULADORES Y LINEAS DE SERVICIO PARA USUARIOS</b>	
<b>SECCION 351</b>	<b>- ALCANCE</b>	<b>107</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>107</b>
<b>SECCION 353</b>	<b>- MEDIDORES Y REGULADORES PARA CLIENTES. UBICACION</b>	<b>107</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>107</b>
	1. Recomendaciones generales	107
	2. Ubicación de medidores externos	108
	3. Ubicación de medidores internos	108
	4. Otras ubicaciones para medidores	109
<b>SECCION 355</b>	<b>- MEDIDORES Y REGULADORES DE USUARIOS. PROTECCION ANTE DAÑOS</b>	<b>109</b>
	a) Protección ante vacío o contrapresión	109
	b) Venteos y venteos de seguridad del regulador de servicio	109
	c) Fosas y cámaras	109
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>109</b>
	1. Dispositivo de protección	109
	2. Daños por corrosión	109
	3. Consideraciones para reducir daños provocados por fuerzas externas	110
	4. Regulador y tapas de los venteos de seguridad	110
<b>SECCION 357</b>	<b>- MEDIDORES Y REGULADORES DEL USUARIO. INSTALACION</b>	<b>110</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>110</b>
	1. Accesibilidad	110
	2. Reducción de tensiones previstas	110
	3. Tapas para venteos de regulador y alivio	111
<b>SECCION 359</b>	<b>- INSTALACION DE MEDIDORES PARA USUARIOS. PRESION DE OPERACION</b>	<b>111</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>111</b>
<b>SECCION 360</b>	<b>- REGULADORES PARA USUARIOS. INSTALACION</b>	<b>112</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>112</b>
<b>SECCION 361</b>	<b>- LINEAS DE SERVICIO. INSTALACION</b>	<b>112</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>113</b>
	1. Consideraciones sobre la tapada	113
	2. Líneas de servicio de acero revestidas en perforaciones (túneles)	113
	3. Líneas de servicio plásticas	113
	4. Consolidación	113
	5. Estructuras subterráneas adyacentes	114
<b>SECCION 363</b>	<b>- LINEAS DE SERVICIO. REQUISITOS PARA VALVULAS</b>	<b>114</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>114</b>
<b>SECCION 365</b>	<b>- LINEAS DE SERVICIO. UBICACION DE VALVULAS</b>	<b>114</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>114</b>
<b>SECCION 367</b>	<b>- LINEAS DE SERVICIO. REQUISITOS GENERALES PARA CONEXION A CAÑERIA PRINCIPAL</b>	<b>114</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>115</b>
<b>SECCION 369</b>	<b>- LINEAS DE SERVICIO. CONEXIONES A CAÑERIA PRINCIPAL DE FUNDICION DE HIERRO O DE HIERRO DUCTIL</b>	<b>115</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>115</b>
<b>SECCION 371</b>	<b>- LINEAS DE SERVICIO. DE ACERO</b>	<b>115</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>115</b>

<b>SECCION 373 - LINEAS DE SERVICIO. DE FUNDICION Y HIERRO DUCTIL</b>	<b>115</b>
<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>116</b>
<b>SECCION 375 - LINEAS DE SERVICIO. -DE PLASTICO</b>	<b>116</b>
<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>116</b>
<b>SECCION 377 - LINEAS DE SERVICIO. DE COBRE</b>	<b>116</b>
<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>116</b>
1. Instalaciones	116
2. Sustentación	116
<b>SECCION 379 - LINEAS DE SERVICIO NO HABILITADAS</b>	<b>117</b>
<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>117</b>
 <b>PARTE I - REQUISITOS PARA EL CONTROL DE LA CORROSION</b>	
 <b>SECCION 451 - ALCANCE</b>	<b>119</b>
<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>119</b>
<b>SECCION 453 - GENERALIDADES</b>	<b>119</b>
<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>119</b>
<b>SECCION 455 - CONTROL DE CORROSION EXTERNA PARA CAÑERIAS METALICAS ENTERRADAS O SUMERGIDAS</b>	<b>119</b>
<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>120</b>
1. Referencias	120
2. Componentes de acero aislados en sistemas de cañerías plásticas	120
<b>SECCION 457 - CONTROL DE CORROSION EXTERNA. CAÑERIAS ENTERRADAS O SUMERGIDAS</b>	<b>120</b>
<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>120</b>
1. Localización de zonas de corrosión	120
2. Determinación de la corrosión activa	120
3. Corrosión continua "no activa"	121
4. Corrección de la corrosión activa	121
5. Aplicación de análisis eléctricos	121
<b>SECCION 459 - CONTROL DE CORROSION EXTERNA. EXAMEN DE CAÑERIAS ENTERRADAS CUANDO ESTAN AL DESCUBIERTO</b>	<b>122</b>
<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>123</b>
1. Informe de campo	123
2. Estructuras subterráneas adyacentes	123
<b>SECCION 461 - CONTROL DE CORROSION EXTERNA. RECUBRIMIENTO PROTECTOR</b>	<b>123</b>
<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>124</b>
1. Referencias útiles	124
2. Perforación o inserción	124
<b>SECCION 463 - CONTROL DE CORROSION EXTERNA. PROTECCION CATODICA</b>	<b>124</b>
<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>125</b>
<b>SECCION 465 - CONTROL DE CORROSION EXTERNA. MEDICIONES</b>	<b>125</b>
a) Monitoreo de potenciales	125
b) Monitoreo de unidades de corriente impresa	125
c) Monitoreo de espesores	125
d)	125
<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>126</b>
1. Control de cañerías protegidas catódicamente	126
2. Control de cañerías no protegidas catódicamente	126

<b>SECCION 467</b>	<b>- CONTROL DE CORROSION EXTERNA. AISLACIONES ELECTRICAS</b>	<b>126</b>
	a) Aislaciones	126
	b) Verificación	127
	c) Seguridad	127
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>127</b>
	1. Aislación eléctrica	127
	2. Inspección y ensayo	128
	3. Atmósfera combustible	129
	4. Protección de dispositivos de aislación	129
<b>SECCION 469</b>	<b>- CONTROL DE LA CORROSION EXTERNA. PUNTOS DE MEDICION</b>	<b>129</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>130</b>
	1. Puntos de contacto	130
	2. Conductores de prueba	130
<b>SECCION 471</b>	<b>- CONTROL DE LA CORROSION EXTERNA. CONDUCTORES DE PRUEBA</b>	<b>130</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>130</b>
	1. Instalaciones de conexiones eléctricas	130
	2. Otras consideraciones	131
<b>SECCION 473</b>	<b>- CONTROL DE LA CORROSION EXTERNA. CORRIENTES DE INTERFERENCIA</b>	<b>131</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>131</b>
<b>SECCION 475</b>	<b>- CONTROL DE CORROSION INTERNA. GENERALIDADES</b>	<b>131</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>132</b>
	1. Introducción	132
	2. Consideraciones de diseño y medidas correctivas	132
	3. Detección	132
	4. Referencias útiles	133
<b>SECCION 477</b>	<b>- CONTROL DE CORROSION INTERNA. MONITOREO</b>	<b>133</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>133</b>
<b>SECCION 479</b>	<b>- CONTROL DE CORROSION ATMOSFERICA. GENERALIDADES</b>	<b>133</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>134</b>
	1. Determinación de áreas con corrosión	134
	2. Control de la corrosión atmosférica	134
<b>SECCION 481</b>	<b>- CONTROL DE CORROSION ATMOSFERICA. MANTENIMIENTO</b>	<b>135</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>135</b>
<b>SECCION 483</b>	<b>- MEDIDAS CORRECTIVAS. REPARACIONES</b>	<b>135</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>135</b>
<b>SECCION 485</b>	<b>- MEDIDAS DE CORRECCION. LINEAS DE TRANSPORTE</b>	<b>135</b>
	a) Corrosión generalizada	135
	b) Picaduras de corrosión localizada	135
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>135</b>
	1. Evaluación	135
	2. Reparación o reposición	137
<b>SECCION 487</b>	<b>- MEDIDAS DE CORRECCION. LINEAS DE DISTRIBUCION</b>	<b>137</b>
	a) Corrosión generalizada	137
	b) Picaduras de corrosión localizada en cañerías de acero	137
	c) Cañerías de fundición o hierro dúctil	137
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>137</b>
<b>SECCION 489</b>	<b>- MEDIDAS DE CORRECCION. CAÑERIAS DE FUNDICION Y DE HIERRO DUCTIL</b>	<b>138</b>
	a) Grafitización general	138

	b) Grafitización localizada	138
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>138</b>
	1. Introducción	138
	2. Consideraciones de reparación	138
	3. Reposición	138
<b>SECCION 491</b>	<b>- REGISTRO DE CONTROL DE CORROSION</b>	<b>139</b>
	a) Planos	139
	b) Informes	139
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>139</b>
<b>PARTE J</b>	<b>- REQUISITOS DE PRUEBA</b>	
<b>SECCION 501</b>	<b>- ALCANCE</b>	<b>141</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>141</b>
<b>SECCION 503</b>	<b>- REQUISITOS GENERALES</b>	<b>141</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>141</b>
<b>SECCION 505</b>	<b>- REQUISITOS DE PRUEBA DE RESISTENCIA PARA CAÑERIA QUE OPERARA A UNA TENSION CIRCUNFERENCIAL DEL 30% O MAS, DE LA TFME</b>	<b>142</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>142</b>
	1. Generalidades	142
	2. Procedimientos de ensayo	143
	3. Prueba hidráulica	143
	4. Ensayo con aire, gas natural o inerte	144
<b>SECCION 507</b>	<b>- REQUISITOS DE PRUEBA PARA CAÑERIAS QUE OPERAN A UNA TENSION CIRCUNFERENCIAL MENOR AL 30% DE LA TFME Y A MAS DE 4 BAR</b>	<b>145</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>145</b>
<b>SECCION 509</b>	<b>- REQUISITOS DE PRUEBA PARA CAÑERIAS QUE OPERAN A 4 BAR O POR DEBAJO DE ESTA PRESION</b>	<b>145</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>145</b>
<b>SECCION 511</b>	<b>- REQUISITOS DE PRUEBA PARA SERVICIOS</b>	<b>145</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>146</b>
<b>SECCION 513</b>	<b>- REQUISITOS DE PRUEBA PARA CAÑERIAS Y TUBERIAS PLASTICAS</b>	<b>146</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>146</b>
	1. Uniones	146
	2. Odorante	146
	3. Otros	146
<b>SECCION 515</b>	<b>- REQUISITOS DE PROTECCION Y SEGURIDAD DEL MEDIO AMBIENTE</b>	<b>146</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>147</b>
	1. Otros requisitos de la norma	147
	2. Condiciones de seguridad	147
	3. Condiciones ambientales	148
<b>SECCION 517</b>	<b>- REGISTROS</b>	<b>149</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>149</b>

<b>PARTE K</b>	<b>- INCREMENTO DE LA PRESION DE OPERACION</b>	
<b>SECCION 551</b>	<b>- ALCANCE</b>	<b>151</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>151</b>
<b>SECCION 553</b>	<b>- REQUISITOS GENERALES</b>	<b>151</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>151</b>
	1. Generalidades	151
	2. Requisitos adicionales para sistemas de distribución	152
<b>SECCION 555</b>	<b>- INCREMENTO DE LA PRESION HASTA PRODUCIR UNA TENSION CIRCUNFERENCIAL DEL 30% O MAS DE LA TFME EN CAÑERIAS DE ACERO</b>	<b>153</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA. REVISION PREVIA AL INCREMENTO DE LA PRESION DE TRABAJO</b>	<b>153</b>
	1. Revisión del diseño	153
	2. Revisión del historial de servicio	154
	3. Revisión del historial de mantenimiento	155
	4. Revisión del historial de pruebas	155
<b>SECCION 557</b>	<b>- INCREMENTO DE PRESION EN CAÑERIAS DE ACERO A UNA PRESION QUE PRODUCIRA UNA TENSION CIRCUNFERENCIAL MENOR QUE EL 30% DE LA TFME. CAÑERIAS DE PLASTICO, FUNDICION DE HIERRO Y HIERRO DUCTIL</b>	<b>155</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>156</b>
	1. Planificación y estudio de investigación	157
	2. Trabajo previo al aumento de presión	157
	3. Incremento de presión	158
	4. Registros	158
<b>PARTE L</b>	<b>- OPERACIONES</b>	
<b>SECCION 601</b>	<b>- ALCANCE</b>	<b>159</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>159</b>
<b>SECCION 603</b>	<b>- PREVISIONES GENERALES</b>	<b>159</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>159</b>
<b>SECCION 605</b>	<b>- LO ESENCIAL EN PLANES DE OPERACION Y MANTENIMIENTO</b>	<b>159</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>160</b>
	1. Generalidades	160
	2. Capacitación	160
	3. Otras consideraciones	160
<b>SECCION 607</b>	<b>- DETERMINACION INICIAL DE CLASE DE TRAZADO Y CONFIRMACION O MODIFICACION DE LA MAPO</b>	<b>161</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>161</b>
<b>SECCION 609</b>	<b>- CAMBIOS EN LA CLASE DE TRAZADO. ESTUDIOS REQUERIDOS</b>	<b>161</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>161</b>
<b>SECCION 611</b>	<b>- CAMBIOS EN LA CLASE DE TRAZADO. CONFIRMACION O MODIFICACION DE LA MAPO</b>	<b>162</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>162</b>
<b>SECCION 613</b>	<b>- VIGILANCIA CONTINUA</b>	<b>162</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>163</b>
	1. Generalidades	163
	2. Cañerías de fundición de hierro	163

<b>SECCION 614</b>	<b>- PROGRAMA PARA PREVENCION DE DAÑOS</b>	<b>163</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>164</b>
	1. Alcance	164
	2. Programa escrito	165
<b>SECCION 616</b>	<b>- PLANES DE EMERGENCIA</b>	<b>168</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>170</b>
	1. Procedimientos escritos de emergencia	170
	2. Familiarización del personal de operación y mantenimiento con los procedimientos	173
	3. Contactos con funcionarios públicas	174
	4. Programa educativo continuo	175
	5. Formato de muestra para planes de emergencia	176
<b>SECCION 617</b>	<b>- INVESTIGACION DE AVERIAS</b>	<b>176</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>176</b>
	1. Generalidades	176
	2. Respuesta a un incidente	176
	3. Recopilación de datos sobre el incidente	176
	4. Equipo investigador	177
	5. Probetas	177
	6. Material útil de referencia	177
<b>SECCION 619</b>	<b>- MAXIMA PRESION ADMISIBLE DE OPERACION. CAÑERIAS DE ACERO O PLASTICAS</b>	<b>177</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>178</b>
<b>SECCION 621</b>	<b>- MAXIMA PRESION ADMISIBLE DE OPERACION. SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE ALTA PRESION</b>	<b>178</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>179</b>
<b>SECCION 623</b>	<b>- PRESION MAXIMA Y MINIMA ADMISIBLE DE OPERACION. SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE BAJA PRESION</b>	<b>179</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>179</b>
<b>SECCION 625</b>	<b>- ODORIZACION DEL GAS</b>	<b>179</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>180</b>
	1. Muestreo periódico	180
	2. Odorizantes en cañerías plásticas	181
<b>SECCION 627</b>	<b>- PERFORACION DE CAÑERIAS BAJO PRESION</b>	<b>181</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>181</b>
	1. Calificación del personal	181
	2. Identificación del caño	181
	3. Adaptabilidad para derivaciones	183
<b>SECCION 629</b>	<b>- PURGADO DE CAÑERIAS</b>	<b>183</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>184</b>
	1. Manual A.G.A.	184
	2. Notificaciones	184
<b>PARTE M</b>	<b>- MANTENIMIENTO</b>	
<b>SECCION 701</b>	<b>- ALCANCE</b>	<b>185</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>185</b>

<b>SECCION 703</b>	<b>- GENERALIDADES</b>	<b>185</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>185</b>
	1. Generalidades	185
	2. Reparación del caño	185
	3. Reemplazo de caño de fundición	186
	4. Realineación de cañerías	186
<b>SECCION 705</b>	<b>- LINEAS DE TRANSMISION. RECORRIDO DE INSPECCION</b>	<b>188</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>188</b>
<b>SECCION 706</b>	<b>- LINEAS DE TRANSMISION. RECORRIDO DE PERDIDAS</b>	<b>188</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>188</b>
<b>SECCION 707</b>	<b>- LINEAS PRINCIPALES Y DE TRANSMISION. SEÑALIZACION</b>	<b>189</b>
	a) Cañerías enterradas	189
	b) Excepciones para cañerías enterradas	189
	c) Cañerías superficiales	189
	d) Señalizaciones de precaución	189
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>190</b>
<b>SECCION 709</b>	<b>- LINEAS DE TRANSMISION. ARCHIVO DE INFORMES</b>	<b>190</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>190</b>
<b>SECCION 711</b>	<b>- LINEAS DE TRANSMISION. REQUISITOS GENERALES PARA PROCEDIMIENTOS DE REPARACIONES</b>	<b>190</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>190</b>
<b>SECCION 713</b>	<b>- LINEAS DE TRANSMISION. REPARACION PERMANENTE DE IMPERFECCIONES Y DAÑOS EN CAMPAÑA</b>	<b>190</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>191</b>
	1. Generalidades	191
	2. Reposición	191
	3. Manguito de reparación	191
	4. Presión de reparación	192
<b>SECCION 715</b>	<b>- LINEAS DE TRANSMISION. REPARACIONES PERMANENTES DE SOLDADURA EN CAMPO</b>	<b>192</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA - MEDIA CAÑA REPARACION</b>	<b>193</b>
<b>SECCION 717</b>	<b>- LINEAS DE TRANSMISION. REPARACION PERMANENTE DE PERDIDAS EN CAMPO</b>	<b>193</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>193</b>
<b>SECCION 719</b>	<b>- LINEAS DE TRANSMISION. PRUEBAS DE LAS REPARACIONES</b>	<b>193</b>
	a) Pruebas al caño reemplazante	193
	b) Pruebas de reparaciones realizadas por soldadura	194
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>194</b>
<b>SECCION 721</b>	<b>- SISTEMA DE DISTRIBUCION. RECORRIDO DE INSPECCION</b>	<b>194</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>194</b>
	1. Generalidades	194
	2. Programa	194
	3. Informes	195
<b>SECCION 723</b>	<b>- SISTEMA DE DISTRIBUCION. RECONOCIMIENTO POR PERDIDAS Y PROCEDIMIENTOS</b>	<b>195</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>195</b>
	1. Frecuencia	195
	2. Pautas para el control de pérdidas de gas	196

<b>SECCION 725</b>	<b>- REQUERIMIENTOS DE PRUEBA PARA REHABILITAR LINEAS DE SERVICIO</b>	<b>196</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>196</b>
<b>SECCION 727</b>	<b>- ABANDONO O INACTIVADO DE INSTALACIONES</b>	<b>197</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>197</b>
	1. Abandono de gasoductos y cañerías principales de distribución	197
	2. Abandono de líneas de servicio de distribución en conjunto con el abandono de líneas principales	198
	3. Abandono de líneas de servicio de líneas principales en operación	199
	4. Cañerías fuera de servicio	199
<b>SECCION 729</b>	<b>- ESTACIONES COMPRESORAS. PROCEDIMIENTOS PARA UNIDADES COMPRESORAS DE GAS</b>	<b>199</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>199</b>
<b>SECCION 731</b>	<b>- PLANTAS COMPRESORAS. INSPECCION Y PRUEBAS DE DISPOSITIVOS DE ALIVIO</b>	<b>199</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>199</b>
<b>SECCION 733</b>	<b>- PLANTAS COMPRESORAS. AISLACION DE EQUIPOS PARA MANTENIMIENTO O MODIFICACIONES</b>	<b>200</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>200</b>
<b>SECCION 735</b>	<b>- PLANTAS COMPRESORAS. ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS COMBUSTIBLES</b>	<b>200</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>201</b>
<b>SECCION 737</b>	<b>- RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO TIPO CAÑO Y TIPO BOTELLA. PLAN DE INSPECCION Y PRUEBA</b>	<b>201</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>201</b>
<b>SECCION 739</b>	<b>- PLANTAS DE LIMITACION Y DE REGULACION DE PRESION. INSPECCION Y PRUEBAS</b>	<b>201</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>201</b>
	1. Inspección visual	201
	2. Válvulas de bloqueo	202
	3. Reguladores de presión	202
	4. Dispositivos de alivio	202
	5. Inspección final	203
<b>SECCION 741</b>	<b>- PLANTAS DE LIMITACION Y REGULACION DE PRESION. TELEMEDICION O REGISTRADORES DE PRESION</b>	<b>203</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>204</b>
	1. Mantenimiento de los telemedidores e indicadores registradores de presión y sus registros	204
	2. Sistemas de distribución alimentados por más de una estación reguladora de presión	204
	3. Sistemas de distribución alimentados por una estación reguladora de presión	205
	4. Condiciones de operación anormales	205
<b>SECCION 743</b>	<b>- PLANTAS DE LIMITACION Y REGULACION DE PRESION. PRUEBA DE DISPOSITIVOS DE ALIVIO</b>	<b>206</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>206</b>
	1. Factibilidad de realización de ensayo de capacidad in situ	206
	2. Prueba en el lugar	206
	3. Determinación de la capacidad en ausencia de ensayos	207
	4. Verificación	207
<b>SECCION 745</b>	<b>- MANTENIMIENTO DE VALVULAS, LINEA DE TRANSMISION</b>	<b>207</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>207</b>

<b>SECCION 747</b>	<b>- MANTENIMIENTO DE VALVULAS. SISTEMAS DE DISTRIBUCION</b>	<b>208</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>208</b>
<b>SECCION 749</b>	<b>- MANTENIMIENTO DE CAMARAS</b>	<b>206</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA - PRACTICAS DE SEGURIDAD EN CAMARAS</b>	<b>208</b>
	1. Aplicación	208
	2. Atmósfera peligrosa	208
	3. Desarrollo de procedimientos de seguridad	209
<b>SECCION 751</b>	<b>- PREVENCIÓN DE IGNICIÓN ACCIDENTAL</b>	<b>210</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>210</b>
	1. Generalidades	210
	2. Soldadura, corte y otros trabajos en caliente	211
	3. Aislamiento de tramos de gasoducto en un trabajo programado para minimizar la posibilidad de inflamación	212
	4. Notificaciones previas a la purga o venteo	213
<b>SECCION 753</b>	<b>- JUNTAS DE ESPIGA Y CAMPANA CALAFATEADAS</b>	<b>213</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>213</b>
<b>SECCION 755</b>	<b>- PROTECCIÓN DE CAÑERÍAS DE FUNDICIÓN DE HIERRO</b>	<b>214</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>214</b>
	1. Generalidades	214
	2. Soportes	214
	3. Reemplazo de cañerías de fundición. principales o de servicio	215
	4. Estructuras subterráneas adyacentes	215
	5. Recorrido	215
<b>PARTE N</b>	<b>- CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO</b>	
<b>SECCION 801</b>	<b>- ALCANCE</b>	<b>217</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>217</b>
<b>SECCION 803</b>	<b>- OPERACION Y MANTENIMIENTO</b>	<b>217</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>217</b>
<b>SECCION 805</b>	<b>- MEDICINA. HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO</b>	<b>217</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>217</b>
<b>APENDICES</b>		
<b>APENDICE A</b>	<b>- INCORPORADO POR REFERENCIA</b>	
	<b>I LISTA DE ORGANIZACIONES Y DIRECCIONES</b>	<b>219</b>
	<b>II DOCUMENTOS INCORPORADOS POR REFERENCIA</b>	<b>219</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>223</b>
<b>APENDICE B</b>	<b>- CALIFICACION DE CAÑOS</b>	
	<b>I LISTA DE ESPECIFICACIONES DE CAÑOS</b>	<b>225</b>
	<b>II CAÑO DE ACERO DE ESPECIFICACION DESCONOCIDA O NO ACORDADA</b>	<b>225</b>
	<b>III CAÑOS DE ACERO FABRICADOS BAJO ESPECIFICACIONES ANTERIORES A LAS INDICADAS EN LA SECCION I DE ESTE APENDICE</b>	<b>227</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>227</b>

<b>APENDICE C</b>	<b>- CALIFICACION DE SOLDADORES PARA CAÑOS DE BAJA RESISTENCIA</b>	
	<b>I PRUEBA BASICA</b>	<b>229</b>
	<b>II ENSAYOS ADICIONALES PARA SOLDADORES DE CONEXIONES DE LINEAS DE SERVICIO A CAÑERIAS PRINCIPALES</b>	<b>229</b>
	<b>III ENSAYOS PERIODICOS PARA SOLDADORES DE LINEAS DE SERVICIO DE PEQUEÑO DIAMETRO</b>	<b>229</b>
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>229</b>
	1. Generalidades	229
	2. Prueba básica	230
	3. Conexiones de líneas de servicio a líneas principales	230
	4. Ensayos periódicos para soldadores de líneas de servicio de pequeño diámetro	230
<b>APENDICE D</b>	<b>- CRITERIOS PARA PROTECCION CATODICA Y SU MEDICION</b>	
	1. CRITERIOS DE PROTECCION CATODICA	233
	2. CONDICIONES ESPECIALES	233
	3. MONITOREO CONTINUO DE POTENCIALES Y DEL ESTADO DEL REVESTIMIENTO	233
	4. RELEVAMIENTO DE POTENCIALES DE ESTRUCTURAS SUMERGIDAS	234
	5. INTERFERENCIA	234
	6. COBERTURAS	235
	<b>MATERIAL DE GUIA</b>	<b>235</b>
<b>APENDICE E</b>	<b>- DIAGRAMA DE FLUJO DEL METODO ANALITICO (Protección catódica)</b>	<b>237</b>
 <b>APENDICES DEL MATERIAL DE GUIA</b>		
<b>APENDICE G-1</b>	<b>- ESPECIFICACIONES, CODIGOS Y NORMAS DE MATERIALES</b>	<b>239</b>
<b>APENDICE G-1A</b>	<b>- ESPECIFICACIONES DE MATERIALES. CODIGOS Y NORMAS, ENUMERADOS PREVIAMENTE EN EL APENDICE A</b>	<b>245</b>
<b>APENDICE G-2</b>	<b>- TENSIONES DE FLUENCIA MINIMAS ESPECIFICADAS (TFME)</b>	<b>249</b>
<b>APENDICE G-3</b>	<b>- FACTOR DE FLEXIBILIDAD k Y FACTOR DE INTENSIFICACION DE TENSIONES i</b>	<b>251</b>
<b>APENDICE G-4</b>	<b>- REGLAS PARA EL REFUERZO DE CONEXIONES DE DERIVACIONES SOLDADAS</b>	<b>255</b>
<b>APENDICE G-5</b>	<b>- PREPARACION DE EXTREMOS DE MATERIALES CON DIFERENTES ESPESORES Y TFME, PARA SOLDADURA A TOPE</b>	<b>265</b>
<b>APENDICE G-6</b>	<b>- DETERMINACION DE LA DIMENSION MAXIMA DE PICADURA POR CORROSION</b>	<b>271</b>
<b>APENDICE G-7</b>	<b>- TABLAS PARA LIMITES DE CORROSION</b>	<b>275</b>
<b>APENDICE G-8</b>	<b>- VALUACION DE LA MAXIMA PRESION DE OPERACION ADMISIBLE EN ZONAS CORROIDAS</b>	<b>285</b>
<b>APENDICE G-9</b>	<b>- REQUISITOS DE PRUEBA PARA CAÑERIAS QUE NO SEAN LINEAS DE SERVICIO</b>	<b>289</b>
<b>APENDICE G-10</b>	<b>- REQUISITOS DE PRUEBA PARA LINEAS DE SERVICIO</b>	<b>291</b>

<b>APENDICE G-11</b>	<b>- PAUTAS PARA EL CONTROL DE FUGAS DE GAS EN SISTEMAS DE GAS NATURAL</b>	<b>293</b>
	1. Alcance	293
	2. Discusión general	293
	3. Definiciones	294
	4. Detección de pérdidas	295
	5. Clasificación de la pérdida y criterios de acción	299
	6. Pautas de auditoría interna y registros	303
	7. Localización precisa	305
<b>APENDICE G-11 A</b>	<b>- GUIA PARA EL CONTROL DE PERDIDAS DE GAS EN SISTEMAS DE GAS DE PETROLEO</b>	<b>307</b>
	1. Alcance	307
	2. Discusión general	307
	3. Definiciones	307
	4. Detección de fugas	308
	5. Clasificación de fugas y criterios de acción	313
	6. Registros y auditorías internas	314
	7. Localización precisa	315
<b>APENDICE G-12</b>	<b>- CIERRE PLANIFICADO</b>	<b>321</b>
	1. Introducción	321
	2. Planeamiento, preparación y procedimientos escritos	321
	3. Actividades generales previas al cierre	323
	4. Actividades para control del gas	324
	5. Establecimiento de condiciones seguras en el lugar de trabajo	325
	6. Retorno al servicio. de la sección cerrada	325
<b>APENDICE G-13</b>	<b>- CONSIDERACIONES PARA MINIMIZAR LOS DAÑOS PROVOCADOS POR FUERZAS EXTERNAS</b>	<b>327</b>
	1. Introducción	327
	2. Diseño	327
	3. Señalizadores	328
	4. Registros	328
	5. Otros	328
<b>APENDICE G-14</b>	<b>- EJEMPLO DE PROCEDIMIENTO PARA PLANES DE EMERGENCIA</b>	<b>331</b>
	1. Procedimientos de emergencia escritos	331
	2. Familiarizar con los procedimientos apropiados a empleados de operación y mantenimiento	331
	3. Establecer comunicaciones adecuadas con los funcionarios públicos	331
	4. Establecer un programa educacional adecuado para el público	331
<b>APENDICE G-15</b>	<b>- DISEÑO DE CRUCES DE AUTOPISTAS CON CAÑERIA SIN CAÑOS CAMISA</b>	<b>333</b>
	1. Introducción	333
	2. Cálculos para el diseño	333
<b>APENDICE G-16</b>	<b>- GUIA PARA PREVENCIÓN DE DAÑOS EN INFRAESTRUCTURAS POR OPERACIONES DE VOLADURA</b>	<b>337</b>
	1. Alcance	337
	2. Procedimientos previos a las operaciones de voladura	337
	3. Procedimientos durante las operaciones de voladura	339
	4. Procedimientos para después de las operaciones de voladura	340

<b>APENDICE G-17</b>	<b>- REQUISITOS EXPLICITOS PARA INSPECCIONES, PRUEBAS, PROCEDIMIENTOS ESCRITOS, REGISTROS Y MEDIDAS SIMILARES</b>	<b>341</b>
<b>APENDICE G-18</b>	<b>- CAÑO DE FUNDICION DE HIERRO</b>	<b>343</b>
	1. Propósito	343
	2. Consideraciones de diseño	344
	3. Consideraciones de operación y mantenimiento	344
	4. Consideraciones de reemplazo	344
	5. Protección de cañerías de fundición	345
<b>APENDICE G-M</b>	<b>- UNIDADES DEL S.I.</b>	<b>347</b>

## TABLAS

<b>S/Nº</b>	<b>Caños con relación diámetro a espesor igual a 70</b>	<b>21</b>
<b>S/Nº</b>	<b>Factor de junta longitudinal E</b>	<b>29</b>
<b>S/Nº</b>	<b>Factor de variación por temperatura T</b>	<b>29</b>
<b>S/Nº</b>	<b>Espesores mínimos de caños de cobre para servicios</b>	<b>32</b>
<b>S/Nº</b>	<b>Limitaciones de las presiones de prueba</b>	<b>141</b>
<b>S/Nº</b>	<b>Intervalos de inspección de líneas de transmisión</b>	<b>188</b>
<b>G-2</b>	<b>Tensiones de fluencia mínimas especificadas (TFME)</b>	<b>250</b>
<b>1 Ap. G 11</b>	<b>Propiedades físicas del gas natural</b>	<b>294</b>
<b>1 Ap. G-11A</b>	<b>Propiedades físicas del G.N., C<sub>3</sub>, C<sub>3</sub>laire, C<sub>4</sub></b>	<b>308</b>
<b>1 Ap. G-M</b>	<b>Unidades del S.I. para uso con esta norma</b>	<b>347</b>
<b>2 Ap. G-11</b>	<b>Clase y uso de instrumentos de detección</b>	<b>300</b>
<b>2Ap. G-11A</b>	<b>Clase y uso de instrumentos de detección</b>	<b>312</b>
<b>2 Ap. G-M</b>	<b>Factores de conversión de unidades</b>	<b>348</b>
<b>3 Ap. G-11</b>	<b>Clasificación de la pérdida y criterio de acción (para G.N.)</b>	<b>301</b>
<b>3 Ap. G-11A</b>	<b>Clasificación de la pérdida y criterio de acción (para G.L.P.)</b>	<b>317</b>
<b>13 i</b>	<b>Resumen de requerimientos de la norma y acciones a desarrollar</b>	<b>341</b>
<b>103</b>	<b>Espesores nominales mínimos recomendados de pared</b>	<b>24</b>
<b>111 i</b>	<b>Factor de diseño F</b>	<b>27</b>
<b>111 ii</b>	<b>Factor de diseño F para intrusiones paralelas de gasoductos y cañerías principales en caminos y ferrocarriles</b>	<b>28</b>
<b>111 iii</b>	<b>Factor de diseño F para gasoductos y cañerías principales que cruzan caminos y ferrocarriles</b>	<b>28</b>
<b>111 iv</b>	<b>Flecha y momento flector para caño apoyado con carga externa uniforme</b>	<b>334</b>

111 v	<b>Coefficiente de carga <math>C_d</math> para caño apoyado con carga externa uniforme</b>	<b>335</b>
121 i	<b>Valores de resistencia hidrostática a largo plazo para materiales plásticos según ASTM D 2513</b>	<b>30</b>
141 i	<b>Códigos de diseño para cañerías auxiliares que no sean de gas</b>	<b>33</b>
155 i	<b>Refuerzo de conexiones de ramales soldadas. Consideraciones especiales</b>	<b>44</b>
159 i	<b>Expansión térmica de materiales de cañerías</b>	<b>47</b>
281 i	<b>Coefficientes de dilatación térmica (plásticos)</b>	<b>86</b>
325 i	<b>Distancias de seguridad</b>	<b>102</b>
327 i	<b>Tapadas mínimas de líneas de transmisión</b>	<b>104</b>
327 ii	<b>Tapadas mínimas y anchos de zanja para cañerías principales en vereda</b>	<b>105</b>
327 iii	<b>Tapadas mínimas y anchos de zanja para cañerías principales en calzada</b>	<b>105</b>
357 i	<b>Máxima separación de soportes horizontales para cañerías de acero</b>	<b>111</b>
377 i	<b>Espaciamiento máximo recomendado entre soportes (servicios de cobre)</b>	<b>117</b>
461 i	<b>Referencias útiles (para externos)</b>	<b>124</b>
485 i	<b>Factor para confirmación o modificación de la MAPO, por corrosión</b>	<b>136</b>
485 ii	<b>Factor para confirmación o modificación de la MAPO, por corrosión</b>	<b>136</b>
485 iii a xi	<b>Valores de L para distintos diámetros y espesores</b>	<b>276</b>
903 i	<b>Requisitos de prueba para líneas que no sean de servicio</b>	<b>290</b>
503 ii	<b>Requisitos de prueba para líneas de servicio</b>	<b>291</b>
629 i	<b>Volumen del tapón inerte para purgado de cañerías</b>	<b>184</b>
 <b>FIGURAS</b>		
<b>CA y CB</b>	<b>Probetas para ensayo de curvado de raíz</b>	<b>231</b>
11 A	Instalación típica (para G.L.P.)	12
155 A	Refuerzo de conexiones de derivaciones soldadas	255
155 B	Detalles de soldadura para aberturas sin otro refuerzo que el de las paredes del colector y la derivación	260
155 C	Detalles de soldadura para aberturas con refuerzo tipo localizado	261
155 D	Detalles de soldadura para aberturas con refuerzo tipo circunferencia completa	262
157	Colectores extruidos	263
159 A	Factor de flexibilidad k y factor de intensificación de tensiones i	251

159 B	Factor de flexibilidad $k$ y factor de intensificación de tensiones $i$ (gráficos)	253
235 A	Preparación de extremos de caños	265
235 B	Diseños aceptables para espesores desiguales de pared	268
235 C	Detalles de soldadura varios	269
485 B	Parámetros de corrosión usados en el análisis	272
485 C	(Gráfico)	273
485 D	Curva para obtener $P'$ en función de $d/t$ para $A \geq 4$	286
485 E	Curva para obtener $P'$ en función de $d/t$ para $A < 4$	287

## PROLOGO

La Ley 24.076 - Marco Regulatorio de la Actividad del Gas Natural - crea en su Artículo 50 en el ámbito del Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos, el ENTE NACIONAL REGULADOR DEL GAS (ENARGAS). En el Artículo 52 de la mencionada Ley se fijan las facultades del ENARGAS, entre las cuales se incluye la de dictar reglamentos a los que deberán ajustarse todos los sujetos de esta Ley en materia de seguridad, normas y procedimientos técnicos.

En tal sentido el ENARGAS auspició la redacción de las NORMAS ARGENTINAS MINIMAS DE SEGURIDAD PARA EL TRANSPORTE Y DISTRIBUCION DE GAS NATURAL y OTROS GASES POR CAÑERIAS, denominada N.A.G.-100, como adaptación de las normas operativas y de seguridad internacionales que menciona el SubAnexo A del Decreto N° 2.255.

Los antecedentes de la Norma N.A.G.-100 se remontan a la adopción por parte de Gas del Estado de la U.S.A. STANDARD CODE FOR PRESSURE PIPING - Gas Transmission and Distribution Piping Systems - B 31.8, que se utilizara en la construcción del Gasoducto Pico Truncado - Buenos Aires. Los requerimientos básicos del Código B 31.8 son adoptados en 1968 en Estados Unidos como exigencias federales a través del NATURAL GAS SAFETY ACT que después se transforma en la CFR 49, Parte 192 - Minimun Federal Safety Standards.

Gas del Estado adopta dicha Parte 192, la toma como propia y la incluye en su Clasificador de Normas como de uso obligatorio bajo la denominación de Normas Mínimas de Seguridad para el Transporte y Distribución de Gas Natural y otros Gases por Cañerías, GE-N1-100. Posteriormente, se introducen otros agregados provenientes de la experiencia en Gas del Estado. Esta última versión de la GE-N1-100 (Año 1976) actualizada, y la Parte 192 edición del año 1991, han servido de base para dictar la N.A.G.- 100.

La N.A.G.-100 establece los estándares de diseño, operación y mantenimiento para las instalaciones de transmisión y distribución y si bien la seguridad es la consideración básica de la norma, otros factores pueden imponer requerimientos adicionales a la especificación final de sistemas de cañerías a presión. Al no tener la N.A.G.-100 características de manual de diseño, la utilización de sus contenidos deberá ser acompañada por apropiados criterios de ingeniería.

Si bien esta Norma no tendrá efectos retroactivos en lo que respecta al diseño, fabricación, instalación, presiones de operación establecidas y pruebas, sus disposiciones deberán aplicarse a la operación, mantenimiento y reclasificación de instalaciones existentes.

Toda consulta por interpretaciones o sugerencias de revisión, podrán ser enviadas al ENARGAS, Av. Julio A. Roca 651, Código Postal 1322, Capital Federal.

Esta norma fue aprobada por el Directorio del Ente Nacional Regulador del Gas por Resolución N° 20 del 25 de octubre de 1993.



## NORMAS ARGENTINAS MINIMAS DE SEGURIDAD PARA EL TRANSPORTE Y

### DISTRIBUCION DE GAS NATURAL Y OTROS GASES POR CAÑERIAS

Dado que la Guía Técnica Complementaria “**incluye recomendaciones de diseño, referencias de materiales y prácticas aconsejadas, para facilitar la mejor interpretación y forma de poner en práctica las especificaciones de la Norma**”, las secciones de esta Norma NAG 100 deben complementarse en todos los casos con el material de guía.

Debe recordarse que, además de los requisitos de esta Norma, son obligatorios los cuerpos legales nacionales, provinciales y municipales que en cada caso sean de aplicación; mencionándose en especial, pero no en forma excluyente, las Leyes Nacionales Nos. 13660 y 19587, con sus decretos reglamentarios.

#### PARTE A - GENERALIDADES

##### SECCION 1 - ALCANCE DE LA NORMA

- a) Esta Norma prescribe requisitos de seguridad para instalaciones de cañerías y el transporte de gas dentro de todo el territorio nacional y hasta los límites de su plataforma continental.
- b) Esta Norma no se aplica a:
  - 1) la captación de gas costa afuera, aguas arriba de la brida de salida de cada instalación ubicada sobre la plataforma continental exterior, donde los hidrocarburos son obtenidos o donde son primeramente separados, deshidratados, o procesados de otro modo; y
  - 2) la captación de gas en tierra firme excepto en las siguientes áreas:
    - (i) un área urbanizada o no urbanizada dentro de los límites de cualquier ciudad, población o pueblo;
    - (ii) cualquier área designada como una subdivisión residencial o comercial, centro mercantil o de negocios, o zona de explotación comunitaria.

#### MATERIAL DE GUIA

El material presentado en esta guía incluye información y algunos de los métodos aceptables para colaborar con el operador en el cumplimiento de la Norma. Las recomendaciones se basan en sólidos principios de ingeniería y su aplicación debe fundarse en un criterio de ingeniería sano y competente. Este material es de consulta y no debería limitar el uso de otros métodos por parte del operador. Además, se advierte que esta guía puede no resultar adecuada para todas las condiciones que se presenten.

Si bien la guía está dirigida principalmente a los gasoductos, sirve como valiosa referencia para cañerías de otro tipo cubiertas por la Norma. Se advierte al usuario de esta Norma que las propiedades y características propias de otros gases (ej. densidad, corrosividad y temperatura) pueden exigir consideraciones especiales.

Para cañerías de hidrógeno, se recomienda “**Criterios de Seguridad para la Operación de Cañerías de Hidrógeno Gaseoso**”. (informe N° DOT.RSPA/DMT-10-85-1).

##### SECCION 3 - DEFINICIONES

De acuerdo al sentido que se le debe dar en esta Norma:

- 1) “**Area de captación**”: zona de explotación de Hidrocarburos, donde se encuentran localizadas instalaciones de captación y acondicionamiento y/o tratamiento y/o compresión iniciales del transporte de gas natural.
- 2) “**Cañería**” o “**Tubería**”: significa todas las partes de las instalaciones físicas a través de las cuales el gas es transportado, incluyendo caños, válvulas y otros accesorios fijos al caño o tubo, unidades

- compresoras, estaciones de: medición, regulación y derivación, recipientes, y conjuntos prefabricados.
- 3) "**Caño**": tramo de cañería producido en fábrica, de longitud especificada en la norma de construcción, usado para el transporte de gas, incluye recipientes tipo caño.
  - 4) "**Costa afuera**": más allá de la línea de aguas, normalmente bajas a lo largo de la porción de costa argentina que está en contacto directo con los mares abiertos; y más allá de la línea límite entre las aguas interiores y el mar.
  - 5) "**Especificación aceptada**": una especificación incluida en la Sección I del apéndice B de esta Norma.
  - 6) "**Gas**": gas natural, gas inflamable, gas tóxico o corrosivo.
  - 7) "**Gasoducto**": conducto que transporta o transmite gas natural, en general a largas distancias y grandes volúmenes y cuya presión de diseño es igual o mayor a 40 bar.
  - 8) "**Instalación de gasoductos**": cañerías nuevas o existentes, servidumbres, equipos o construcciones, usados en el transporte de gas o en su tratamiento a efectos del transporte.
  - 9) "**Línea de captación**": cañería que transporta gas desde una instalación de producción a una línea de transporte o red de distribución.
  - 10) "**Línea de distribución**": una cañería que no sea una línea de captación o de transmisión.
  - 11) "**Línea de servicio**": ver servicio.
  - 12) "**Línea de transmisión**": una cañería o tubería que no sea línea de captación, y que:
    - a) transporte gas desde una línea de captación o instalación de almacenamiento a un centro de distribución u otra instalación de almacenamiento;
    - b) opere a una tensión circunferencial del 20% o más de la TFME, o
    - c) transporte gas dentro de un campo de almacenamiento.
  - 13) "**Mayor o Principal**": una línea de distribución que sirve como fuente común de suministro para más de una línea de servicio.
  - 14) "**Municipalidad**": una ciudad, distrito o cualquier otra subdivisión política de una provincia o territorio.
  - 15) "**Operador**": la compañía encargada del transporte del gas.
  - 16) "**Persona**": cualquier individuo, firma, consorcio de firmas, compañía, corporación, asociación, el estado, provincia, territorio, municipio, sociedad cooperativa o sociedad anónima; incluye cualquier director, interventor, apoderado, o sus representantes.
  - 17) "**Presión máxima admisible de operación (MAPO)**": la presión máxima a la cual una cañería o tubería, o tramo de la misma, puede ser operada bajo esta Norma.
  - 18) "**Presión máxima real de operación**": la presión máxima que se registra en la operación normal durante un período de (1) año.
  - 19) "**Ramal**": conducto que en forma independiente o interconectado con otros, transporta gas natural, previa regulación de presión, desde un gasoducto hasta los centros de consumo y cuya presión de diseño es inferior a 40 bar.
  - 20) "**Ramal regional**": conducto que en forma independiente o interconectado con otros, transporta gas natural desde el área de captación hasta los centros de consumo, ubicados en la misma zona geográfica o regional y cuya presión de diseño es inferior a 40 bar.
  - 21) "**Red de captación**": conductos que interconectados entre sí o en forma independiente, se encuentran

localizados en áreas de captación y vinculan los centros de producción de gas natural entre sí o con las plantas de acondicionamiento y/o tratamiento y/o compresión.

- 22) "**Red de captación de baja presión**": redes cuya presión de diseño es igual o menor a 10 bar.
- 23) "**Secretaría**": Secretaría de Energía o cualquier autoridad en lo concerniente al tema.
- 24) "**Servicio**": significa una línea de distribución que transporta el gas a un medidor para clientes, conectado desde una fuente común de suministro.
- 25) "**Sistema de distribución de alta presión**": un sistema de distribución en el cual la presión del gas en la cañería principal es mayor de 4 bar.
- 26) "**Sistema de distribución de baja presión**": un sistema de distribución en el cual la presión del gas en la cañería principal está comprendida entre 18 mbar y 28 mbar (18,3g/cm<sup>2</sup> y 28,5 g/cm<sup>2</sup>).
- 27) "**Sistema de distribución de media presión**": un sistema de distribución en el cual la presión del gas en la cañería principal está comprendida entre 0,5 bar y 4 bar.
- 28) "**SMYS**" (sigla de las palabras inglesas *specified minimum yield strength*): ver TFME.
- 29) "**Tapada**": es la altura que media entre la parte superior de la cañería revestida, una vez asentada perfectamente, y la superficie libre del terreno, vereda o pavimento, según corresponda.
- 30) "**TFME**": tensión de fluencia mínima especificada y es:
  - a) para caño de acero fabricado de acuerdo con especificaciones aceptadas, la tensión de fluencia indicada como mínima en la especificación; o
  - b) para caño de acero fabricado de acuerdo a especificaciones no conocidas o no incluidas, la tensión de fluencia determinada de acuerdo con la sección 107 (b).
- 31) "**Transporte de Gas**": captación, conducción o distribución. de gas por gasoducto, incluido el almacenamiento del fluido.
- 32) "**Tubo**": caño cuyo diámetro externo es igual al diámetro nominal, usado para el transporte de gas; incluye recipientes tipo tubo.

## MATERIAL DE GUIA

**Abandono** es el proceso de abandonar un gasoducto.

**Acero** es una aleación a base de hierro, maleable en determinado rango de temperatura como recién fundido, y que contiene manganeso, carbono y a menudo otros elementos aleatorios. Ver también **Acero al carbono**.

**Acero al carbono**. Por costumbre, se considera que el acero es al carbono cuando (i) no se especifica ni requiere un contenido mínimo de aluminio, boro, cromo, cobalto, niobio, molibdeno, níquel, titanio, tungsteno, vanadio, circonio o cualquier otro elemento agregado para obtener un efecto de aleación deseado; (ii) el contenido mínimo especificado de cobre no supera 0,40%; o (iii) el contenido máximo especificado de manganeso no supera 1,65%; el de silicio, el 0,60%; o el de cobre, el 0,60%.

Todos los aceros al carbono pueden contener pequeñas cantidades de elementos residuales no especificados inevitablemente conservados de las materias primas. Estos elementos (cobre, níquel, molibdeno, cromo, etc.) se consideran incidentales y por lo general no se determinan ni informan.

**Botella**. ver Garrafa.

**Cañería abandonada** es una cañería físicamente separada de su fuente de gas a la que se dejó de mantener conforme a esta Norma.

**Cañería de control** es el conjunto de caños, válvulas y accesorios utilizados para interconectar aparatos de

control operados con aire, gas o hidráulicamente.

**Cañería de instrumental** es la cañería, válvulas y demás accesorios usados para conectar instrumental a una cañería mayor a otros instrumento y aparatos o a equipos de medición.

**Cañería de muestreo** es la cañería, válvulas y demás accesorios usados para la extracción de muestras de gas u otros fluidos.

**Caño.** Ver todos los tipos de caños descriptos.

**Caño con soldadura continua** es un caño soldado en horno que tiene una unión a tope longitudinal soldada por forja, por la presión mecánica desarrollada en el giro de la chapa conformada en caliente, a través de un juego de rodillos de soldar de sección circular. Se produce en longitud continua a partir de bobinas de chapa, y se cortan posteriormente a largos individuales. Especificaciones típicas: ASTM A 53, API 5L. Ver también **Caño soldado a tope en horno. Procesos para fabricación de caños.**

**Caño expandido en frío** es un caño soldado o sin costura, que es conformado y luego en la fábrica, una vez enfriado, es expandido de modo que la circunferencia queda permanentemente aumentada en un 0,50 % por lo menos.

**Caño sin costura** es un producto tubular forjado que carece de costura soldada. Se fabrica trabajando el acero en caliente o, de ser necesario, mediante el acabado en frío del tubo trabajado en caliente a fin de producir la forma, dimensiones y propiedades deseadas. Ver también **Procesos para fabricación de caños.**

**Caño soldado a campana** es un caño soldado en horno producido en tiras individuales a partir de tramos de chapa ya cortada, cuya unión a tope longitudinal está soldada por forja mediante la presión mecánica que resulta de hacer pasar las planchas calentadas en horno a través de una matriz de forma cónica, llamada corrientemente "**campana de soldar**", la que actúa a la vez como matriz de formación y de soldadura. Especificaciones típicas: ASTM A 53, API 5L. Ver también **Caño soldado a tope en horno. Procesos para fabricación de caños.**

**Caño soldado a solapa en horno** es un caño cuya soldadura longitudinal a solapa se realiza mediante el proceso de 'soldadura de forja' por el cual el tubo preformado se calienta hasta la temperatura de soldadura y se pasan dos rodillos de soldar, que comprimen y sueldan los bordes superpuestos. Especificación típica: API 5L.

Se interrumpió la fabricación de este tipo de caño, y el proceso fue eliminado de API 5L en 1962. Ver también **Procesos para fabricación de caños.**

**Caño soldado a tope en horno**, en este glosario se definen dos caños de este tipo: Caño soldado a campana y Caño con soldadura continua. Ver también **Procesos para fabricación de caños.**

**Caño soldado por destello eléctrico** es un caño que tiene una unión a tope longitudinal donde la fusión se produce simultáneamente en la totalidad de la superficie de contacto, por el calor resultante de la resistencia al flujo eléctrico entre las dos superficies y por aplicación de presión cuando el proceso de calentamiento esté sustancialmente terminado.

El destello y la unión por recalado están acompañados de expulsión de metal excedente de la junta. Especificaciones típicas: API 5L. Ver también **Procesos para fabricación de caños.**

**Caño soldado por doble arco sumergirlo** es un caño que ha sido soldado a tope en forma espiral o longitudinal con un mínimo de dos pasadas, incluyendo por lo menos una pasada por la parte exterior y una por el lado interior del caño. La fusión se produce por calentamiento mediante uno o más arcos eléctricos entre uno o más electrodos metálicos sin revestir ( o "desnudos") y el metal que se trabaja.

La soldadura se protege con una capa de un material fusible, granular, que se coloca sobre el área de trabajo (Flux). No se utiliza presión y el metal de aporte proviene del o los electrodos. Especificaciones típicas: ASTM A 381, API 5L. Ver también **Procesos para fabricación de caños.**

**Caño soldado por fusión eléctrica** es un caño que tiene una unión longitudinal a tope donde la fusión se produce en el tubo preformado por una soldadura por arco eléctrico, manual o automática. La soldadura puede ser simple o doble y puede ser ejecutada utilizando o no metal de aporte.

Especificaciones típicas: ASTM A134, ASTM A139: se permite soldadura simple o doble con o sin metal de aporte. ASTM A671, ASTM A672, ASTM A691, API 5L: se exigen soldaduras internas y externas y metal de aporte.

El caño soldado en espiral también está hecho por el proceso de soldadura por fusión eléctrica con uniones a tope, a solapa o con costura encastrada. Especificaciones típicas: ASTM A134, ASTM A139, API 5L: soldadura a tope; ASTM A211: soldadura a tope, soldadura a solapa o con costura encastrada.

**Caño soldado por resistencia eléctrica** es un caño producido en tiras individuales o en tramos continuos en base a rollos de chapa, cortados posteriormente en tiras individuales, que tiene una unión a tope longitudinal donde la fusión se produce por el calor resultante de la resistencia de la cañería al flujo eléctrico de un circuito del cual la propia cañería forma parte y mediante la aplicación de presión.

Especificaciones típicas: ASTM A53, ASTM A135, API 5L. Ver también **Procesos para fabricación de caños**.

**Cámara** es una estructura subterránea a la que se puede ingresar, diseñada para contener cañerías y sus componentes (tales como válvulas o reguladores de presión).

**Conjunto de conexión del medidor** es la cañería instalada para conectar la entrada del medidor con la línea de servicio y para unir la salida del medidor con la instalación del cliente.

**Construcción paralela** es aquel tramo de una cañería de transmisión o mayor que, instalado dentro de una servidumbre de paso de una ruta, camino principal o vía ferroviaria, corre generalmente paralela a ellas sin cruzarlas necesariamente.

**Derivaciones con carga** son conexiones con perforación hechas a las líneas de transporte, redes de distribución u otras instalaciones mientras están en servicio. La perforación y la conexión se efectúan mientras la instalación tiene presión de gas.

**Desactivación** es el proceso de volver inactivo un gasoducto.

**Elementos patentados** son los elementos fabricados por una compañía que posee el derecho exclusivo de fabricación.

**Envase tipo caño** es cualquier recipiente de caño o grupo de ellos, interconectados en un cierto lugar, al solo efecto de almacenar gas.

**Envase tipo botella o garrafa** es una garrafa o grupo de garrafas interconectadas instaladas en un lugar, y usadas al solo efecto de almacenar gas. Ver **Garrafa**.

**Espesor**. Ver **Espesor nominal de pared**.

**Espesor nominal de pared** es el espesor de la pared, expresado en milímetros calculado o utilizado en la fórmula de diseño de cañería de acero, en la Sección 105. La cañería puede ajustarse a este espesor de pared calculado, sin necesidad de añadir una tolerancia que compense los adelgazamientos admitidos en las especificaciones aprobadas.

**Estación de alivio de presión** es un equipo instalado con el fin de ventear el gas de una línea de transmisión, de una cañería mayor, de un tanque, de un recipiente a presión o de la cañería de una estación compresora, para evitar que la presión del gas sobrepase un límite determinado. El gas puede ser venteadado directamente a la atmósfera o dentro de una red de presión inferior, capaz de recibir con seguridad el gas descargado. Se incluyen en la estación de alivio cañerías y dispositivos auxiliares, como válvulas, instrumental de control y equipos de bloqueo y ventilación.

**Estación limitadora de presión** consta de aparatos que, bajo condiciones anormales, actuarán para reducir, restringir, o cerrar el suministro de gas que fluye en una línea de transmisión, red de distribución, contenedor, recipiente a presión o planta compresora a fin de impedir que la presión del gas supere un límite predeterminado. Mientras prevalecen las condiciones normales de presión, la estación limitadora puede ejercer cierto grado de control sobre el flujo de gas o permanecer en la posición totalmente abierta. Se incluyen en la estación los cerramientos y equipo de ventilación, y las cañerías y equipos auxiliares (tales como válvulas, instrumentos de control o líneas de control).

**Estación reguladora de presión** es un conjunto de aparatos instalados con el propósito de reducir y regular automáticamente la presión del gas, aguas abajo de la línea de transmisión, en la cañería mayor, depósito, recipiente a presión o en la cañería de estación compresora a que estén conectados.

Se incluyen en la estación reguladora de presión, cualquier cerramiento y equipo de ventilación, y cualquier cañería y equipo auxiliar (tales como válvulas, instrumentos de control o líneas de control).

**Fundición.** El término inadecuado "hierro fundido" se aplica a la fundición gris que es un material ferroso fundido en el cual la mayor parte del carbono contenido está como carbono libre en forma de escamas intercalados en el metal.

**Garrafa** es una estructura hermética para gas que (1) el fabricante fabrica a partir de caño con cierres integrales estirados, forjados o centrifugados en los extremos; y (2) se prueba en la planta del fabricante. Ver también **Envase tipo garrafa**.

**Gasoducto inactivo** es un gasoducto mantenido conforme la Norma pero que no transporta gas en la actualidad.

**Hierro.** Ver **Fundición, Hierro dúctil, Hierro maleable**.

**Hierro dúctil** llamado también "hierro nodular" es un material ferroso fundido en el cual el grafito libre se presenta más frecuentemente en forma esferoidal que en escamas. Las propiedades buscadas en el hierro dúctil se obtienen por medios químicos y a través de un tratamiento térmico de ferritización de las piezas fundidas.

**Hierro maleable** es una mezcla de hierro y carbono, incluyendo pequeñas partes de silicio, manganeso, fósforo y azufre, la cual después de ser fundido se transforma estructuralmente, mediante un tratamiento térmico en una matriz primaria de ferrita, que contiene nódulos de carbono de revenido.

**Hierro nodular.** Ver **Hierro dúctil**.

**Inspecciones de fugas** son inspecciones sistemáticas realizadas a efectos de detectar fugas en un sistema de gas.

Los tipos de inspecciones más comunes se describen en el Apéndice G-11 del Material Guía "Pautas para el Control de Fugas de Gas Natural" y el Apéndice G-11A "Pautas para el Control de Fugas de Gas en Sistemas de Gas de Petróleo".

**MAPO** es la máxima presión admisible de operación.

**Máxima presión de prueba admisible** es la máxima presión interna del fluido que se admite para probar los materiales y las ubicaciones comprendidas.

**Máxima tensión circunferencial admisible** es la máxima tensión periférica admitida para el diseño de un sistema de cañerías. Depende del material utilizado, la ubicación del conducto y las condiciones de operación. Ver también **Tensión circunferencial**.

**Medidor para clientes** es un aparato o dispositivo que mide el consumo de gas entregado a un cliente, de acuerdo a condiciones preestablecidas.

**Medidores.** Ver **Medidor para clientes, Conjunto de conexión del Medidor**.

**Planta.** Ver **Estación**.

**Plástico** es un material que contiene como ingrediente esencial materia orgánica de alto peso molecular. Es sólido en su estado final y en cierto punto de su proceso de fabricación, puede moldearse por inyección.

Los dos tipos generales de plástico a que hace referencia esta guía son los "termoplásticos" y los "plásticos termoestables". Ver también **Termoplástico y Plástico termoestable**.

**Plástico termoestable** es un plástico capaz de ser transformado en un producto sustancialmente infusible o

insoluble mediante tratamiento con calor o procedimientos químicos.

**Presión** (expresada en pascal o bar, por sobre la presión atmosférica; es decir, manométrica (Pa, bar, Pa M, bar M), salvo que se especifique otra cosa). Ver **Máxima presión de ensayo admisible**, **Protección contra sobrepresión**, **Estación limitadora de presión**, **Estación reguladora de presión**, **Estación de alivio de presión**, **Prueba de presión**.

**Procesos para fabricación de caños.** Los tipos y nombres de las uniones soldadas se utilizan en la presente con la definición de la publicación "Definiciones sobre Soldadura y Corte de la AWS" (AWS A 3.0) de la Sociedad Estadounidense de Soldadura, con excepción de los siguientes términos que se definen en el presente glosario:

- Caño soldado a campana.**
- Caño con soldadura continua.**
- Caño con soldadura doble por arco sumergido.**
- Caño soldado por destello eléctrico.**
- Caño soldado por fusión eléctrica.**
- Caño soldado por resistencia eléctrica.**
- Caño soldado a tope en horno.**
- Caño soldado a solapa en horno.**
- Caño sin costura.**

**Protección contra sobrepresión** se obtiene mediante un dispositivo o un equipo capaz de evitar que la presión en un sistema de tuberías u otra instalación exceda de un límite predeterminado. Ver también **Estación limitadora de presión**, **Estación reguladora de presión**, **Estación de alivio de presión**, **Regulador de servicio**.

**Prueba de presión** es una prueba que demuestra la ausencia de pérdidas en un caño o en un sistema de cañerías, evidenciándola por el mantenimiento de la presión durante un determinado período de tiempo, una vez que se lo ha aislado de la fuente compresora.

**Recipiente de caño** es una estructura hermética, armada a partir de un caño y casquetes. Ver también **Envase tipo caño**.

**Regulador de seguridad** es un regulador de presión, colocado en serie con otro regulador de presión a efectos de brindar una protección automática en caso de sobrepresión ante un desperfecto del regulador primario.

**Regulador de servicio** es un dispositivo instalado en una línea de servicio para controlar la presión del gas entregado al cliente.

**Reguladores.** Ver **Estación limitadora de presión**, **Estación reguladora de presión**, **Estación de alivio de presión**, **Regulador de seguridad**, **Regulador de servicio**.

**Resistencia a la presión hidrostática a largo plazo** es la tensión circunferencial, estimada en MPa, en la pared de una cañería o tubería de plástico capaz de provocar rotura cuando está sometida a una presión hidrostática constante, en las condiciones determinadas en las Normas aceptadas de fabricación.

**Resistencia a la tracción** es la mayor carga unitaria a la tracción (referida a la sección transversal original) que un material puede soportar antes de la falla (Pa, bar).

**Servidumbre de paso privada** es la no perteneciente a rutas, calles o caminos principales de uso público, ni en las servidumbres de los ferrocarriles.

**Temperatura** (en grados celsius (°C) salvo que se estipule otra cosa). Ver también **Temperatura ambiente**, **Temperatura del suelo**.

**Temperatura ambiente** es la temperatura del medio circundante, que por lo general hace referencia a la temperatura del aire en el cual se sitúa una estructura u opera un dispositivo. Ver también **Temperatura**, **Temperatura del suelo**.

**Temperatura del suelo** es la temperatura de la tierra a la profundidad del caño. Ver también **Temperatura**, **Temperatura ambiente**.

**Tensión** es la fuerza interna por unidad de área resultante que resiste el cambio de tamaño o forma de un cuerpo sobre el que actúan fuerzas externas. Ver **Tensión circunferencial**, **Máxima tensión circunferencial admisible**, **Tensión de operación**, **Tensión secundaria**, **Tensión de fluencia**, **Resistencia a la tracción**.

**Tensión circunferencial** es la tensión en la pared de una cañería, actuando circunferencialmente, en un plano perpendicular al eje longitudinal de la misma y producido por la presión del fluido en el interior. En esta guía el esfuerzo circunferencial se calcula con la siguiente fórmula:

$$S_h = \frac{P \cdot D}{2t}$$

Siendo:

$S_h$ : tensión circunferencial (expresada en kilogramos por  $\text{cm}^2$ ).

P: presión interna (expresada en kilogramos por  $\text{cm}^2$  manométrico).

D: diámetro exterior de la cañería (en milímetros).

t: espesor nominal de la pared (en milímetros).

Ver también **Máxima tensión circunferencial admisible**.

**Tensión de fluencia** es la tensión a la cual un material muestra un límite especificado de deformación permanente o produce una elongación total especificada bajo carga. El límite de deformación permanente o de elongación está expresado generalmente como porcentaje de la escala de longitud y sus valores están establecidos en las diversas especificaciones de materiales aceptados en esta guía.

**Tensión de operación** es la tensión en un caño o pieza estructural bajo condiciones operativas normales.

**Tensión secundaria** es la tensión producida en la cañería por cargas no provocadas por la presión interna del fluido. Ejemplos de este esfuerzo son las cargas de relleno o tapada, de tráfico, la acción de viga en un tramo aéreo, las cargas sobre soportes y las conexiones a la cañería.

**Termoplástico** es un plástico capaz de ser repetidamente ablandado por el incremento de temperatura y endurecido por disminuciones de temperatura.

**Tira** es un tramo de caño tal como sale de la fábrica. Cada tramo se llama tira independientemente de sus reales dimensiones.

**Unión adhesiva**, es una unión hecha en caño plástico mediante el uso de una sustancia adhesiva que une superficies en contacto sin disolver a ninguna de ellas.

**Unión con cemento solvente** es una unión realizada sobre termoplásticos utilizando un solvente o un cemento solvente que produce una unión continua entre las superficies acopladas.

**Unión termo fundida** (o "por fusión térmica") es una unión efectuada sobre termoplásticos, calentando las partes lo suficiente como para permitir la fusión de los materiales cuando las partes son presionadas entre sí.

**Uniones de caño plástico**. Ver **Unión adhesiva**, **Unión por fusión térmica**, **Unión con cemento solvente**.

**Válvula**. Ver **Válvula de vereda**, **Válvula de línea de servicio**.

**Válvula de vereda** es una válvula instalada a efecto de bloquear el suministro de gas a un edificio. Se instala bajo nivel, en una línea de servicio, sobre la línea de edificación o cerca de ésta, y es accesible a través de una cámara o caja de vereda y es operable mediante una "llave de vereda".

**Válvulas de líneas de servicio** es una válvula ubicada sobre una línea de servicio, delante del regulador de servicio o delante del medidor, si no existe regulador.

#### SECCION 4 - PRESERVACION DEL MEDIO AMBIENTE

En todo proyecto, construcción, operación y mantenimiento de líneas de captación y transporte de gas natural e instalaciones complementarias, se tendrán en cuenta las políticas y normativas vigentes, nacionales, provinciales o municipales sobre contaminación ambiental y uso racional de los recursos hídricos.

#### MATERIAL DE GUIA

Debe tenerse en cuenta el "**Código de Práctica Ambiental**" de ARPEL, y el "**Manual de Gestión Ambiental de Conductos para Hidrocarburos e Instalaciones Complementarias**", de la **Secretaría de Energía**. Ver Apéndice G-1.

#### SECCION 5 - CLASE DE TRAZADO

- a) La clase de trazado costa adentro está determinada por la aplicación del criterio expuesto en esta sección: la unidad de clase de trazado es una superficie que se extiende 200 metros a cada lado del eje longitudinal de un tramo continuo de gasoducto de 1600 metros. Excepto lo previsto en párrafos d) 2) y f) de esta sección, la clase de trazado queda determinada por la cantidad de edificios dentro de la unidad de clase de trazado. Para los propósitos de esta sección, cada unidad de vivienda en un edificio de múltiples viviendas deberá ser contada como edificio separado destinado a ocupación humana.
- b) Clase 1 de trazado corresponde a la unidad de clase de trazado que contiene 10 o menos unidades de vivienda destinadas a ocupación humana. También corresponden a clase 1 los trazados costa afuera.
- c) Clase 2 de trazado corresponde a la unidad de clase de trazado que tiene más de 10, pero menos de 46 unidades de vivienda destinadas a ocupación humana.
- d) Clase 3 de trazado corresponde a:
  - 1) cualquier unidad de clase de trazado que contiene 46 o más unidades de vivienda destinadas a ocupación humana, o
  - 2) una zona donde la cañería está colocada dentro de los 100 metros de cualquiera de los siguientes casos:
    - i) un edificio que es ocupado por 20 o más personas durante el uso Normal;
    - ii) una pequeña área abierta, bien definida, que es ocupada por 20 o más personas durante el uso normal, tales como un campo de deportes o juegos, zona de recreación, teatros al aire libre u otro lugar de reunión pública.
- e) Clase 4 de trazado corresponde a la unidad de clase de trazado donde predominen edificios con cuatro o más pisos sobre el nivel de terreno.
- f) Los límites de las clases de trazado determinadas de acuerdo con los párrafos a) hasta e) de esta sección pueden ser ajustados como sigue:
  - 1) una clase 4 de trazado finaliza a 200 m del edificio más próximo de cuatro o más pisos sobre el nivel del terreno;
  - 2) cuando un grupo de edificios destinados a ocupación humana requiere una clase 3 de trazado, ésta finalizará a 200 metros de los edificios más próximos del grupo;
  - 3) cuando un grupo de edificios destinados a ocupación humana requiere una clase 2 de trazado, ésta finalizará a 200 metros de los edificios más próximos del grupo.

## MATERIAL DE GUIA

No es necesario.

### SECCION 7 - INCORPORACION POR REFERENCIA

- a) Cualquier documento o parte de él incorporado por referencia en esta Norma es parte de ella como si hubiese sido expuesto en su totalidad.
- b) Todos los documentos incorporados están disponibles para su consulta en los organismos emitentes indicados en el Apéndice A de esta Norma.
- c) Los títulos completos de las publicaciones incorporadas por referencia a esta Norma están indicados en el apéndice A.

## MATERIAL DE GUIA

El apéndice G1 de la presente Guía enumera las Normas y especificaciones adicionales cuyo uso se recomienda, así como los nombres y domicilios de las organizaciones patrocinantes. No resulta práctico hacer referencia a una edición específica de cada una de las Normas y especificaciones en los párrafos individuales de la Guía. En cambio, dichas referencias se incluyen en el Apéndice G1, que está periódicamente revisado. El Apéndice G-1A enumera documentos mencionados con anterioridad en el Apéndice A de las Normas Federales de EE.UU.

### SECCION 9 - LINEAS DE CAPTACION

Toda línea de captación debe cumplir con los requerimientos de esta Norma aplicables a líneas de transmisión.

#### MATERIAL DE GUIA:

Ver en la Sección 1 las líneas de captación excluidas de las disposiciones de la Norma.

### SECCION 11 - SISTEMAS DE GAS DE PETROLEO

- a) A los fines de esta sección, gas de petróleo significa propano, butano, o mezclas de estos gases, que no sea la mezcla gas-aire que se usa para completar suministros en un sistema de distribución de gas natural.
- b) No se podrá transportar gases de petróleo en un sistema que sirva a 10 o más clientes o en un sistema en el cual cualquier porción del mismo esté colocada en un lugar público (tal como una ruta), a menos que ese sistema cumpla los requerimientos de esta Norma y de las Norma NFPA 58 y 59. En el evento de un conflicto, prevalecerán los requerimientos de esta Norma.
- c) Todo sistema de gas de petróleo, cubierto por el párrafo b) de esta sección deberá cumplir con lo siguiente:
  - 1) las estructuras sobre el terreno deberán tener ventilaciones abiertas cercanas al nivel del suelo;
  - 2) las estructuras subterráneas deberán tener ventilación forzada para prevenir cualquier acumulación de gas;
  - 3) los venteos de descarga de válvulas de alivio deberán ser colocados de manera de prevenir

- cualquier acumulación de gas a nivel o debajo del terreno;
- 4) deberán tomarse precauciones especiales para proveer ventilación adecuada cuando se realicen excavaciones para reparar un sistema bajo tierra.

## **MATERIAL DE GUIA**

### **1. GENERALIDADES**

#### **1.1 INTRODUCCION**

Quienes se dediquen al diseño, construcción, operación y mantenimiento de un sistema de gas de petróleo deberán estar familiarizados con las disposiciones aplicables de las Normas y leyes nacionales y las N.F.P.A.

La fig. 11 A muestra las Normas que cubren la distribución del GLP tal como se define en la Sección 11c).

#### **1.2 APLICACION DE LOS CODIGOS DE REFERENCIA**

- (a) **Generalidades:** Las Normas NFPA y ANSI son aplicables en todo lo que no se opongan total o parcialmente a los códigos, Normas, y reglamentaciones nacionales.
- (b) **Instalaciones de almacenamiento.** Incluyen tanques de almacenamiento y todas las cañerías y equipos hasta la salida del primer regulador de presión. Las instalaciones propiedad de una planta de servicio público con una capacidad total de almacenamiento de agua de más de 2000 galones se rigen por la NFPA 59. Todas las restantes deben cumplir con NFPA 58.
- (c) **Cañería de distribución.** Estas cañerías incluyen el sistema desde la salida del primer regulador de presión (regulador de monitoreo o de trabajo) a:
  - 1) la salida del medidor del usuario o la conexión a su cañería, la que esté más lejos aguas abajo; o
  - 2) la conexión a la cañería del usuario si no hay medidor.
- (d) **Cañerías del usuario.** Se incluyen todas las cañerías e instalaciones aguas abajo de la salida del medidor. (Ver en Sección 3 definición de Línea de servicio). Estas instalaciones se rigen, según corresponda, por las "Disposiciones y Normas mínimas para la ejecución de instalaciones domiciliarias de gas" o las "Disposiciones, Normas y recomendaciones para instalaciones industriales que usen gas natural".

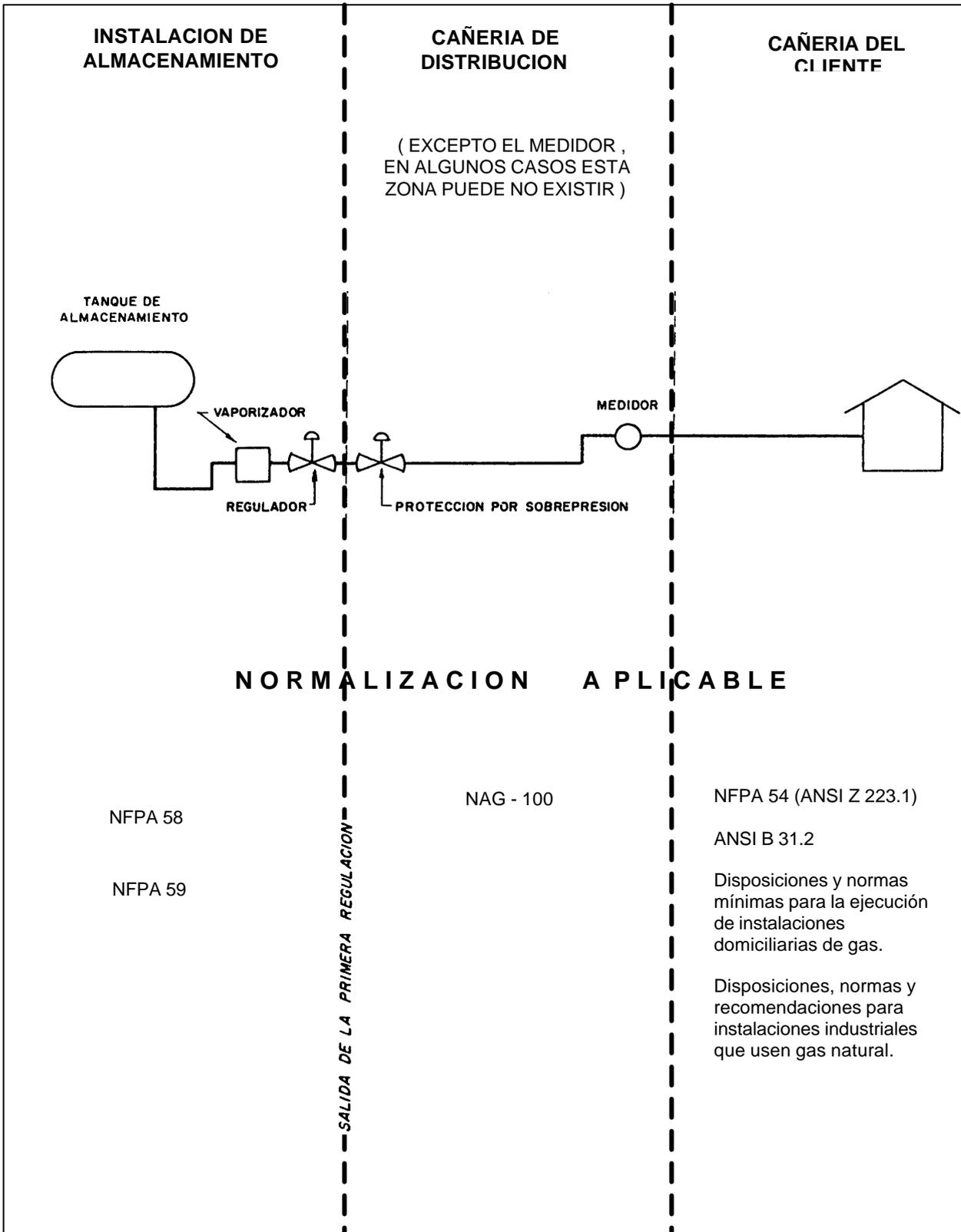
### **2. REQUISITOS ESPECIALES DE SEGURIDAD PARA SISTEMAS DE GASES LICUADOS DE PETROLEO**

En aras de la seguridad, es importante que quienes se dediquen al manipuleo, distribución, o trabajen con gases licuados del petróleo, comprendan las propiedades de los mismos, y cuenten con una buena capacitación respecto de prácticas seguras para el manipuleo, distribución y operación.

### **3. REQUISITOS ESPECIALES**

En las Secciones 121 y 123 se incluyen precauciones especiales relativas al uso de caño plástico en sistemas de gas de petróleo.

## INSTALACION TIPICA (Fig. 11A)



#### **4. PAUTAS ESPECIALES PARA EL CONTROL DEL GAS DE PETROLEO**

Ver Apéndice G-11A del Material de Guía.

#### **5. OTRAS NORMAS**

NFPA 54 (ANSI Z 223.1)  
ANSI B 31.2

### **SECCION 12 - SISTEMAS PARA GAS NATURAL LICUADO (GNL)**

- a) Ningún operador puede almacenar, tratar, o transferir gas natural licuado en sistema de cañería, a menos que satisfaga los requerimientos aplicables de esta Norma y de la Norma NFPA N° 59 A.
- b) No se podrá almacenar, tratar o transferir gas natural licuado en un sistema de cañería en operación o en construcción, a menos que:
  - 1) los sistemas sean operados de acuerdo con los requerimientos aplicables de operación de esta Norma y de la Norma NFPA N° 59 A, y
  - 2) toda modificación o reparación hecha a los sistemas existentes, sean realizados conforme a los requerimientos aplicables de esta Norma, y de la Norma NFPA N° 59 A en lo que sea aplicable.

#### **MATERIAL DE GUIA**

No es necesario.

La Sección 12 de la "PART 192" fue suprimida el 1º de enero de 1982.

### **SECCION 13 - GENERALIDADES**

- a) Ninguna persona puede operar un tramo de gasoducto o línea de captación costa afuera, que esté listo para el servicio, a menos que:
  - 1) el gasoducto haya sido diseñado, instalado, construido, inicialmente inspeccionado y probado, de acuerdo con esta Norma; o
  - 2) el gasoducto se califique para usarlo de acuerdo con la Sección 14 de esta Norma.
- b) Ninguna persona puede operar un tramo de gasoducto o línea de captación costa afuera que haya sido reemplazado, recolocado o modificado, a menos que el reemplazo, recolocación o modificación haya sido hecho de acuerdo con esta Norma.
- c) Todo operador deberá mantener, modificar del modo apropiado y seguir los planes, procedimientos y programas establecidos como requisito en esta Norma.

#### **MATERIAL DE GUIA**

Ver Apéndice G-17 Material de Guía.

## **SECCION 14 - REHABILITACION DE INSTALACION DE ACUERDO CON ESTA NORMA**

- a) Un gasoducto de acero previamente utilizado en servicio no sujeto a esta Norma, se habilita para usarlo según esta Norma si el Operador prepara y sigue un procedimiento escrito para llevar a cabo los siguientes requerimientos:
  - 1) El diseño, construcción, operación e historial de mantenimiento del gasoducto debe ser examinado y, cuando los registros históricos disponibles no sean suficientes, deben ser efectuadas pruebas apropiadas para determinar si el gasoducto está en condiciones satisfactorias de operar con seguridad.
  - 2) La servidumbre del gasoducto, todos los tramos sobre el terreno, y tramos bajo tierra apropiadamente seleccionados, deben ser visualmente inspeccionados por posibles defectos físicos y condiciones de operación que podrían razonablemente perjudicar la resistencia o hermeticidad de la cañería.
  - 3) Todos los defectos y condiciones conocidos como peligrosos deben ser corregidos de acuerdo con esta Norma.
  - 4) El gasoducto debe ser ensayado de acuerdo con la parte J de esta Norma para verificar la presión máxima de operación admisible, según la parte L de esta Norma.
- b) En todo lo aplicable deberá cumplirse la G.E. D.I. N° 1751, contenida en los Apéndices.
- c) Cada operador debe mantener durante la vida útil del gasoducto un registro de los estudios, ensayos, reparaciones, reemplazos y modificaciones hechos bajos los requerimientos de los párrafos a) y b) de esta sección.

## **MATERIAL DE GUIA**

### **1. TIPOS**

Los siguientes son algunos de los tipos de gasoductos de acero que podrían convertirse al servicio de gas en virtud de esta parte:

- a) Gasoductos abandonados antes de la fecha de entrada en vigencia de la Norma NAG-100.
- b) Oleoductos para petróleo o gasolina.
- c) Sistemas de propanoductos.
- d) Gasoductos no jurisdiccionales.
- e) Cañerías que transportan productos químicos o industriales tales como dióxido de carbono, nitrógeno, aire o productos químicos líquidos.
- f) Cañerías para sólidos suspendidos en líquido.

### **2. PRUEBAS E INSPECCION**

Los siguientes son ejemplos de pruebas e inspecciones adecuados que pueden usarse para evaluar cañerías en ausencia de suficientes registros históricos (ver Sección 14 a) 1) ).

- a) Inspección de corrosión.
- b) Inspecciones ultrasónicas.
- c) Emisiones acústicas.
- d) Ensayos de tracción (Ver Apéndice B).
- e) Inspecciones internas.
- f) Inspecciones radiográficas.

### 3. INSPECCION VISUAL DE TRAMOS SUBTERRANEOS

Por lo general, los tramos a inspeccionar deberían estar ubicados en lugares donde es probable que se experimenten las peores condiciones. Se deberán aplicar los siguientes criterios para la selección de los lugares de inspección:

- a) Inspección de corrosión (tramos mal protegidos, revestimientos pobres, corrientes parásitas, interferencia).
- b) Ubicación de los componentes del gasoducto.
- c) Ubicaciones sujetas a daño mecánico.
- d) Cruces de cañerías extrañas.
- e) Ubicaciones pasibles de daño por productos químicos tales como ácido.
- f) Tramos sujetos a deterioro del revestimiento debido a tensiones del suelo y temperaturas interna o externa extremas.
- g) Densidad de población.

### SECCION 15 - GLOSARIO

- a) De acuerdo al sentido que se le debe dar en esta Norma:

"**Incluye**": significa incluyendo pero no limitado a.

"**Puede**": significa "se permite a" ó "se autoriza a".

"**No puede**": significa "no se permite a" o "no se autoriza a".

"**Deberá**": se usa en sentido de obligación e imperativo.

- b) En esta Norma:

- 1) Las palabras en singular incluyen el plural, y viceversa; y
- 2) Las palabras en masculino incluyen el femenino.
- 3)

### MATERIAL DE GUIA

No es necesario material de guía.

### SECCION 17 - ARCHIVO DE PLANES DE INSPECCION Y MANTENIMIENTO

- a) Cada Operador elaborará un plan de inspección y mantenimiento de cada instalación de gasoducto del cual es propietario, archivándolo.  
Además, cada cambio en el plan de inspección y mantenimiento debe ser archivado dentro de los 20 días de efectuado como máximo.
- b) Los planes archivados deben ser también remitidos a la autoridad competente.

## **MATERIAL DE GUIA**

No es necesario material de guía.

La Sección N°17 fue suprimida de la "Part 192 " el 20 de julio de 1981.

## PARTE B - MATERIALES

### SECCION 51 - ALCANCE

Esta parte prescribe requerimientos mínimos para la selección y calificación de caños y componentes para ser usados en redes y gasoductos.

#### MATERIAL DE GUIA

No es necesario.

### SECCION 53 - GENERALIDADES

Los materiales para caños y componentes deben ser:

- a) capaces de mantener la integridad estructural de la red o el gasoducto bajo temperaturas y otras condiciones ambientales que puedan ser previstas;
- b) compatibles químicamente con cualquier gas que transporten y con cualquier otro material de la red o el gasoducto con el cual tengan contacto; y
- c) calificados de acuerdo con los requisitos aplicables de esta parte.

#### MATERIAL DE GUIA

##### 1. REQUISITOS DE RESISTENCIA A LA FRACTURA

- a) Los caños de acero soldados con costura de un diámetro de 508 mm (20") o mayores con TFME de 52.000 p.s.i. o más alto, a instalarse en líneas de transmisión que operarán al 40% de TFME o más y a una temperatura menor de 15°C deben ofrecer suficiente ductilidad a la entalladura y a la temperatura de operación de la cañería. La conformidad con los criterios de la prueba de Charpy y la de impacto por caída de un peso, especificados en los puntos SR5 ó SR6 de la Norma API 5L, es evidencia suficiente de tal ductilidad cuando las pruebas de impacto se hacen a la temperatura de diseño del caño o menor.
- b) Para instalaciones especiales, como las cañerías de estaciones compresoras y pequeños tramos de reemplazo, la ductilidad a la entalladura deberá determinarse según criterios apropiados que puedan incluir, sin limitarse necesariamente a ellos, los especificados en los puntos SR5 o SR6.
- c) Las pruebas de resistencia a la entalladura no son necesarias en los caños para pequeñas instalaciones especiales, como nuevos cruces de caminos principales, extensiones de cabezales de estaciones compresoras, etc., donde el caño a instalarse (a) se halla en existencia de compras anteriores y responde a especificaciones iguales, por lo menos, a las vigentes en el momento de la instalación original, o (b) es una pequeña porción de un pedido de mayor envergadura que demostró una adecuada ductilidad a la entalladura.

##### 2. COMPATIBILIDAD DEL GAS ACIDO

- a) Ver material guía de la Sección 475 para consideraciones de corrosión interna.

- b) La Norma NACE MR-01-75 contiene pautas para la selección de materiales para válvulas usadas en servicio de gas ácido. El empleo de técnicas de dureza controlada y de materiales alternativos, como se describe en MR-01-75, puede resultar efectivo para el control del agrietamiento por tensión de sulfuro de otros componentes. El empleo de técnicas de dureza controlada no se considerará solución a otros problemas relativos a H<sub>2</sub>S.

#### **SECCION 55 - CAÑOS DE ACERO**

- a) El caño de acero nuevo está calificado para usarse de acuerdo a esta Norma si:
- 1) fue fabricado de acuerdo con una especificación aceptada;
  - 2) satisface los requerimientos de la Sección II o III del apéndice B de esta Norma; o
  - 3) es usado de acuerdo con los párrafos c) o d) de esta sección.
- b) El caño de acero usado está calificado para utilizarse según esta Norma, si:
- 1) fue fabricado de acuerdo con especificaciones aceptadas, y satisface los requerimientos del párrafo II-C del apéndice B de esta Norma,
  - 2) satisface los requerimientos de la Sección II o III del apéndice B de esta Norma;
  - 3) ha sido usado en una línea existente de igual o mayor presión, y satisface los requerimientos del párrafo II-C del apéndice B de esta Norma; o
  - 4) es usado de acuerdo con el párrafo c) de esta Sección.
- c) Caños de acero nuevos o usados pueden ser utilizados a una presión cuyo efecto produzca una tensión circunferencial menor de 422 kg/cm<sup>2</sup> (6000 psi), donde no se ejecuten espiras o curvas cerradas, si un examen visual indica que el caño está en buenas condiciones y libre de grietas en la costura, u otros defectos que causarían pérdidas.
- Si deben ser soldados caños de acero que no han sido fabricados con una especificación aceptada, deberán también pasar los ensayos de soldabilidad prescritos en el párrafo II B del apéndice B de esta Norma.
- d) Los caños de acero que no han sido usados previamente, podrán ser utilizados como caños de reemplazo en un tramo de red o gasoducto si han sido fabricados de acuerdo con la misma especificación que el caño usado en la construcción de ese tramo.
- e) El caño de acero nuevo que ha sido expandido en frío debe cumplir con las disposiciones obligatorias de la Norma API-5L.

#### **MATERIAL DE GUIA**

Las especificaciones listadas figuran en la Sección I del Apéndice B. Se advierte al usuario que puede haber ediciones más nuevas que las aprobadas y enumeradas en la Sección I del Apéndice B.

#### **SECCION 57 - CAÑERIA DE FUNDICION O HIERRO DUCTIL**

- a) Un caño nuevo de fundición o hierro dúctil está calificado para ser usado bajo esta Norma, si ha sido fabricado de acuerdo con una de las especificaciones acordadas.
- b) Caños usados de fundición o hierro dúctil están calificados para ser usados bajo esta Norma, si la inspección demuestra que son sanos y permiten realizar juntas herméticas; y

- 1) hayan sido removidos de una cañería existente que operaba a la misma o mayor presión; o
- 2) fueron fabricados de acuerdo con una especificación aceptada.

#### **MATERIAL DE GUIA**

Las especificaciones registradas constan en la Sección I del Apéndice B de esta Norma. Esta Sección ha sido suprimida en la Parte 192 el 8 de marzo de 1989.

#### **SECCION 59 - TUBO PLASTICO**

- a) El tubo plástico nuevo está calificado para ser empleado según esta Norma, si:
  - 1) se fabricó según la Norma de tubo aceptada, y
  - 2) es resistente a los productos químicos con los cuales es previsible que tomará contacto.
- b) El tubo plástico usado está calificado para ser utilizado según esta Norma, si:
  - 1) fue fabricado de acuerdo con la última edición de una especificación aceptada;
  - 2) es resistente a los productos químicos con los cuales es previsible que tomará contacto;
  - 3) ha sido usado solamente en servicio de gas natural o gas licuado gasificado;
  - 4) sus dimensiones están todavía dentro de las tolerancias de la especificación según las cuales fueron aprobadas; y
  - 5) está libre de defectos visibles.
- c) Para el propósito de los párrafos a) 1) y b) 1) de esta sección, cuando es imposible usar un tubo de un diámetro incluido en una especificación aceptada, pueden ser usados tubos de un diámetro intermedio entre los incluidos en una especificación aceptada, si:
  - 1) cumplen con los criterios de resistencia y diseño requeridos al tubo incluido en esa especificación aceptada, y
  - 2) son fabricados a partir de compuestos plásticos que satisfacen los criterios de materiales que se exigen al tubo incluido en esa especificación aceptada.

#### **MATERIAL DE GUIA**

##### **1. GENERALIDADES**

Cada compañía operadora debería establecer que el tubo nuevo o usado cumpla con los requisitos de las Normas o especificaciones aceptadas, mediante uno de los siguientes métodos:

- a) Inspección y ensayo a cargo de un laboratorio acreditado con certificación escrita.
- b) Inspección y ensayo a cargo del usuario.
- c) Certificación escrita del fabricante en el momento de la compra. Se deberán incluir como parte de esta certificación copias de los registros de control de calidad de producción mencionados por número de lote y envío.

##### **2. RESISTENCIA A LA INTEMPERIE DEL TUBO PLASTICO**

La resistencia del tubo plástico a la intemperie puede variar mucho. El fabricante del tubo plástico debería

entregar una declaración escrita sobre el tiempo que su producto puede almacenarse al aire libre sin sufrir pérdida de las propiedades que lo habilitan para servicio de gas en cañería enterrada. El operador habrá de asegurarse de que no se supere el límite de exposición.

Cuando el almacenamiento sea a la intemperie, se deberán considerar períodos de exposición acumulativos. El Código de fabricación marcado en el tubo incluye la fecha de fabricación. Por lo general, la mayoría de los fabricantes guardan los tubos al aire libre antes del embarque, por lo que habrá de tenerse en cuenta este período. El tiempo de exposición puede minimizarse si para retirar tubos del almacenamiento se tiene en cuenta el "orden de llegada", usando la fecha de fabricación como control. El tubo con fecha de fabricación más antigua debería ser el primero en instalarse.

## **SECCION 61 - CAÑOS DE COBRE**

Los caños de cobre están calificados para ser usados bajo esta Norma, si han sido fabricados de acuerdo con una de las especificaciones aceptadas.

### **MATERIAL DE GUIA**

Las especificaciones registradas constan en la Sección I del Apéndice B de esta Norma. La presente Sección fue suprimida de la Parte 192 el 8 de marzo de 1989.

## **SECCION 63 - MARCADO DE MATERIALES**

- a) Con excepción de lo dispuesto en el inciso d) de esta Sección, cada válvula, accesorio, tira de tubo y demás componentes deberán marcarse:
  - 1) tal como estipula la especificación o Norma según la cual se fabricó; o
  - 2) indicar diámetro, material, fabricante, régimen de presión y de temperatura y, si corresponde, tipo, grado y modelo.
- b) La superficie del tubo y los componentes sujetos a tensión por presión interna, no podrán ser estampados con cuños en obra.
- c) En caso de elementos marcados mediante estampado con cuños, los cuños deberán tener bordes romos o redondeados que minimicen las concentraciones de tensión.
- d) El inciso a) del presente no se aplica a elementos fabricados antes del 12 de noviembre de 1970, que cumplan con los dos requisitos siguientes:
  - 1) el elemento se identifica por tipo, fabricante y modelo;
  - 2) Se pueden conseguir fácilmente las especificaciones o Normas que brindan criterios de presión, temperatura, y otros necesarios para el uso de los elementos.

### **MATERIAL DE GUIA**

Los operadores que tengan instalados tubos, deberán adoptar las precauciones necesarias para asegurar que el tubo se utilice sólo dentro de los límites reales de temperatura y tensión para los cuales se ensayó y está habilitado (Ver Sección 123 b) 2).

## **SECCION 65 - TRANSPORTE DE CAÑOS**

En una cañería a ser operada a una tensión circunferencial del 20% o más de la TFME, ningún operador podrá usar caño transportado por ferrocarril que tenga una relación de diámetro exterior a espesor de pared de 70 a 1 o mayor, a menos que el transporte se efectúe de acuerdo con la Norma API RP 5L1.

### **MATERIAL DE GUIA**

La siguiente tabla registra caños con una relación entre diámetro exterior y espesor de pared de 70 a 1.

DIAMETRO DE LA CAÑERIA		ESPESOR DE PARED	
milímetros	pulgadas	milímetros	pulgadas
273,05	10.750	3,91	0.154
323,85	12.750	4,62	0.182
355,60	14.0	5,08	0.200
406,40	16.0	5,82	0.229
457,20	18.0	6,53	0.257
508,00	20.0	7,26	0.286
558,80	22.0	8,00	0.315
609,60	24.0	8,71	0.343
660,40	26.0	9,45	0.372
762,00	30.0	10,90	0.429
914,40	36.0	13,06	0.514
1066,80	42.0	15,24	0.600
1219,20	48.0	17,42	0.686

Las Normas GE-N1-109 y GE-N1-136, según corresponda, deberían también ser tenidas en cuenta.



## PARTE C - DISEÑO DE CAÑERÍAS

### SECCION 101 - ALCANCE

Esta parte prescribe los requisitos mínimos para el diseño de cañerías.

#### MATERIAL DE GUIA

No es necesario.

### SECCION 103 - GENERALIDADES

El caño debe ser diseñado con suficiente espesor de pared, o debe ser instalado con protección adecuada, para soportar previsible cargas y presiones externas que puedan serle impuestas después de instalado.

#### MATERIAL DE GUIA

Ver Tabla 103

### SECCION 105 - FORMULA DE CALCULO PARA CAÑO DE ACERO

a) La presión de diseño para caños de acero se determina de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$P = \frac{2 S \times t}{D} \times F \times E \times T$$

P = Presión de diseño en megapascal.

S = Tensión de fluencia en megapascal determinada de acuerdo con la sección 107.

D = Diámetro nominal exterior de la cañería en milímetros.

t = Espesor nominal de pared de la cañería en milímetros. Si es desconocido, se determinará de acuerdo con la sección 109.

El espesor adicional de pared requerido por cargas concurrentes externas de acuerdo con la sección 103, puede no ser incluido en el cálculo de la presión de diseño.

F = Factor de diseño determinado de acuerdo con la sección 111.

E = Factor de junta longitudinal determinado de acuerdo con la sección 113.

T = Factor de temperatura determinado de acuerdo con la sección 115.

**TABLA 103**

**Espesores nominales mínimos recomendados de pared (en pulgadas) (1)**

DIAMETRO NOMINAL (Pulgadas)	DIAMETRO EXTERIOR (Pulgadas)	CAÑO EXTREMO PLANO (1)				CAÑO ROSCADO TODAS LAS CLASES	PLANTAS COMPRESORAS
		Trazado clase 1	Conjunto fabricado clase 1	Trazado clase 2	Trazado clases 3 y 4		
1/8	0.405	0.035	0.065	0.065	0.065	0.068	0.095
1/4	0.540	0.037	0.065	0.065	0.065	0.088	0.119
3/8	0.676	0.041	0.065	0.065	0.065	0.091	0.126
1/2	0.840	0.046	0.065	0.065	0.065	0.109	0.147
3/4	1.050	0.048	0.065	0.065	0.065	0.113	0.154
1	1.315	0.053	0.065	0.065	0.065	0.133	0.179
1 1/4	1.660	0.061	0.065	0.065	0.065	0.140	0.191
1 1/2	1.900	0.065	0.065	0.065	0.065	0.145	0.200
2	2.375	0.075	0.075	0.075	0.075	0.154	0.218
2 1/2	2.875	0.083	0.085	0.085	0.085	0.203	0.203
3	3.500	0.083	0.098	0.098	0.098	0.216	0.216
3 1/2	4.000	0.083	0.108	0.108	0.108	0.226	0.226
4	4.500	0.083	0.116	0.116	0.116	0.237	0.237
5	5.563	0.083	0.125	0.125	0.125	0.258	0.250
6	6.625	0.083	0.134	0.134	0.134	0.280	0.250
8	8.625	0.104	0.134	0.134	0.134	0.322	0.250
10	10.750	0.104	0.164	0.164	0.164		0.250
12	12.750	0.104	0.164	0.164	0.164		0.250
14	14.000	0.134	0.164	0.164	0.203		0.250
16	16.000	0.134	0.164	0.164	0.210		0.250
18	18.000	0.134	0.188	0.188	0.219		0.250
20	20.000	0.134	0.188	0.188	0.250		0.250
22,24,26	22,24,26	0.164	0.188	0.188	0.250		0.250
28,30	28,30	0.164	0.188	0.188	0.250		0.250
32,34,36	32,34,36	0.218	0.250	0.250	0.281		0.281
38,40,42	38,40,42	0.250	0.312	0.312	0.375		0.312
							0.375

\* Extremo plano o roscado

\*\* Extremo plano solamente

(1) Para tubería cuyo espesor de pared supera 0.9 mm (0.035 pulg) este valor puede calcularse por interpolación en base a los diámetros exteriores indicados en la tabla. Las cañerías de instrumental, control y muestreo no están limitados por esta tabla pero deben ajustarse a lo establecido en la Sección 203.

**NOTA:** El menor espesor de los caños y tubos de acero de extremo plano menores de 2" de O usados en línea de servicio, no está limitado por la tabla, pero no será menor de 0.9 mm (0.035 pulg) en cualquier clase de trazado. Tales líneas de servicio serán externamente revestidas y protegidas catódicamente, y no deberán operar a una presión que exceda el 60% de la prueba en fábrica o 10,54 kg/cm<sup>2</sup> M (150 psig), de ellas o menor.

- b) Si un caño de acero, cuyo valor de la TFME ha sido logrado trabajándolo en frío, es calentado por otros medios que no sean la soldadura o alivio de tensión como parte de ésta, la presión de diseño se limitará al 75% de la presión determinada bajo el párrafo a) de esta sección, si la temperatura del caño supera 480°C en algún momento, o se mantiene sobre 315°C durante más de 1 hora.

#### **MATERIAL DE GUIA**

El espesor nominal de pared "t" no deberá ser menor que el indicado en la tabla correspondiente al material de guía de la Sección 103.

#### **SECCION 107 - TENSION DE FLUENCIA (S) PARA CAÑOS DE ACERO**

- a) Para caños fabricados de acuerdo con una de las especificaciones incluidas en la sección 1 del apéndice B de esta Norma, la tensión de fluencia a ser usada en la fórmula de cálculo de la sección 105 es la TFME establecida en la especificación acordada, si ese valor es conocido.
- b) Para caños fabricados de acuerdo con una especificación no incluida en la sección 1 del apéndice B de esta Norma, o cuya especificación o propiedades de tensión son desconocidas, la tensión de fluencia a ser usada en la fórmula de diseño en la sección 105 será alguna de las siguientes:
- 1) Si el caño es probado a la tracción de acuerdo con la sección II-D del apéndice B de esta Norma, la menor de las siguientes:
    - i) 80% del promedio de la tensión de fluencia determinada por el ensayo de tracción;
    - ii) la más baja tensión de fluencia determinada por los ensayos de tracción pero no mayor de 358 MPa (52.000 psi).
  - 2) si el caño no es probado a la tracción como se prevé en el subpárrafo b) 1 ) de esta sección, la tensión de fluencia S a utilizar será 169 MPa (24.000 psi).

#### **MATERIAL DE GUIA**

Ver Apéndice G-2 del Material de Guía.

#### **SECCION 109 - ESPESOR NOMINAL DE PARED PARA CAÑOS DE ACERO**

- a) Si el espesor nominal de la pared del caño de acero no es conocido, el mismo se determinará por medición de espesores de cada tira de caño en los cuatro cuadrantes de un extremo.
- b) Sin embargo, si hay más de 10 tiras de caño, y éstos son de grado, tamaño y espesor uniformes, se medirá solamente el 10% de las tiras, pero nunca menos de 10. El espesor de las tiras que no son medidas, deberá ser verificado por aplicación de un calibre ajustado al espesor mínimo encontrado en la medición. El espesor nominal de pared a usarse en la fórmula de diseño en la sección 105, es el más próximo que figure en las especificaciones comerciales, inferior al promedio de todas las mediciones realizadas. No obstante, el espesor nominal de pared usado no debe ser mayor que 1,14 veces la menor medición tomada en cañería de diámetro exterior menor de 508 mm, ni mayor que 1,11 veces la menor medición tomada en caños de diámetro exterior de 508 mm o más.

#### **MATERIAL DE GUIA**

No se requiere material de guía.

## SECCION 111 - FACTOR DE DISEÑO (F) PARA CAÑOS DE ACERO

- a) Excepto lo dispuesto en los párrafos b), c) y d) de esta sección, el factor de diseño a usarse en la fórmula de la sección 105 se determinará de acuerdo con la tabla siguiente:

CLASE DE TRAZADO	FACTOR DISEÑO (F)
1	0,72
2	0,60
3	0,50
4	0,40

- b) Un factor de diseño de 0,60 o menor debe ser usado en la fórmula de diseño en sección 105 para caño de acero en clase 1 de trazado que:
- 1) cruce sin camisa la servidumbre de un camino público sin mejoras;
  - 2) cruce sin camisa o corra paralelo en la servidumbre de cualquier camino de superficie dura, ruta, calle pública o ferrocarril;
  - 3) esté soportado por un puente para vehículos, peatonal, ferroviario o para cañería; o
  - 4) sea usado en fabricación de conjuntos (incluyéndose separadores, conjunto para válvulas de líneas principales, conexiones en cruces y colectores de cruces de ríos), o usado dentro de los 5 diámetros de cañería, en cualquier dirección desde el último accesorio de un conjunto fabricado, que no sea una pieza de transición o un codo usado en lugar de una curva que no está asociado con un conjunto fabricado.
- c) Deberá usarse para clase 2 de trazado, un factor de diseño de 0,50 o menor, en la fórmula de cálculo de la sección 105 para los casos en que un caño de acero sin camisa cruce la servidumbre de un camino de superficie compactada (dura), una ruta, una calle pública o un ferrocarril.
- d) Deberá usarse, para clases 1 ó 2 de trazado, un factor de diseño de 0,50 o menor, en la fórmula de la sección 105 para:
1. Caños de acero en plantas compresoras, trampas de "scraper", plantas de regulación o de medición, de acuerdo a:
    - 1.1. Hasta un radio de 200 m desde la instalación de superficie de importancia más cercana al gasoducto, en plantas compresoras; y hasta el cerco de alambrado industrial olímpico en las trampas de "scraper", plantas de regulación y de medición, instaladas aisladamente en la línea.
    - 1.2. Se aplicará el mismo criterio de diseño que el señalado en 1.1. para plantas que operen con combustibles, plantas de almacenamiento de combustibles, plantas de tratamiento de gas natural y otras instalaciones cuya actividad propia conlleve riesgos potenciales.
    - 1.3. El tramo comprendido, 50 m antes y después del cruce con electroductos de 500 kV o más.
  2. Caño de acero, incluyendo la acometida, en una plataforma costa afuera, o en aguas navegables interiores.

## MATERIAL DE GUIA

### 1 INTRODUCCION

Las siguientes tablas sirven como guía para las aplicaciones del factor de diseño (F) para caño de acero.

### 2. EJEMPLOS DE SITUACIONES DONDE SE USA EL FACTOR DE DISEÑO (F) PARA CAÑO DE ACERO

TABLA 111 i

<b>FACTOR DE DISEÑO F (Ver Sección 105)</b>			
<b>0,72</b>	<b>0,60</b>	<b>0,50</b>	<b>0,40</b>
Servidumbres privadas en clase 1 de trazado	Servidumbres privadas en clase 2 de trazado	Servidumbres privadas en clase 3 de trazado	En todas las clases 4 de trazado
Invasiones parciales sobre:	Invasiones paralelas sobre:	Invasiones paralelas sobre:	
(i) Caminos privados en clase 1 de trazado.	(i) Caminos privados en clase 2 de trazado.	(i) Caminos privados en clase 3 de trazado.	
(ii) Caminos no mejorados en clase 1 de trazado.	(ii) Caminos públicos no mejorados en clase 2 de trazado.  (iii) Caminos de superficie dura, autopistas o calles públicas y ferrocarriles en clases 1 y 2.	(ii) Caminos públicos no mejorados en clase 3 de trazado.  (iii) Caminos de superficie dura, autopistas o calles públicas y ferrocarriles en clase 3.	
Cruces sin camisa de caminos privados en clase 1 de trazado.	Cruces sin camisa de: (i) Caminos privados en clase 2 de trazado.  (ii) Caminos públicos no mejorados en clases 1 y 2 de trazado.  (iii) Caminos de superficie dura, autopistas o calles públicas y ferrocarriles en clase 1 de trazado.	Cruces sin camisa de: (i) Caminos privados en clase 3 de trazado.  (ii) Caminos públicos no mejorados en clase 3 de trazado.  (iii) Caminos de superficie dura, autopistas o calles públicas y ferrocarriles en clases 2 y 3 de trazado.	
Cruces encamisados de caminos públicos no mejorados, caminos de superficie dura, autopistas o calles públicas y ferrocarriles en clase 1 de trazado.	Cruces encamisados de caminos de superficie dura, autopistas o calles públicas y ferrocarriles en clase 2 de trazado.	Cañerías de plantas compresoras, reguladoras y de medición en clase 1, 2 y 3 de trazado.	
	En puentes en clases 1 y 2 de trazado. Conjuntos soldados en gasoductos en clase 1 y 2 de trazado. (Ver 111 (b) (4) ).	En plataformas costa afuera o aguas navegables interiores, incluyendo acometidas, en clases 1, 2 y 3 de trazado.	

**3. TABULACION DE REQUISITOS PARA EL FACTOR DE DISEÑO (F) PARA CAÑO DE ACERO INVOLUCRADO EN CAMINOS Y FERROCARRILES**

3.1 Factor de diseño (F) para invasiones paralelas de gasoductos y cañerías principales en caminos y ferrocarriles.

**TABLA 111 ii**

<b>TIPO DE VIA DE COMUNICACION</b>	<b>CLASE 1 TRAZADO</b>	<b>CLASE 2 TRAZADO</b>	<b>CLASE 3 TRAZADO</b>	<b>CLASE 4 TRAZADO</b>
Caminos privados.	0,72	0,60	0,50	0,40
Caminos públicos no mejorados.	0,72	0,60	0,50	0,40
Caminos de superficie dura, autopistas o caminos públicos y ferrocarriles.	0,60	0,60	0,50	0,40

3.2 Factor de diseño (F) para gasoductos y cañerías principales que cruzan caminos y ferrocarriles.

**TABLA 111 iii**

<b>TIPO DE VIA DE COMUNICACION</b>	<b>CLASE 1 TRAZADO</b>	<b>CLASE 2 TRAZADO</b>	<b>CLASE 3 TRAZADO</b>	<b>CLASE 4 TRAZADO</b>
Caminos privados.	0,72	0,60	0,50	0,40
Caminos públicos no mejorados.	0,72 c/camisa 0,60 s/camisa	0,60	0,50	0,40
Caminos de superficie dura, autopistas o caminos públicos y ferrocarriles.	0,72 c/camisa 0,60 s/camisa	0,60 c/camisa 0,50 s/camisa	0,50	0,40

**4. DISEÑO DE CRUCES DE AUTOPISTAS POR GASODUCTOS SIN CAMISA**

Ver Apéndice G-15 del Material de Guía.

**SECCION 113 - FACTOR DE JUNTA LONGITUDINAL (E) PARA CAÑO DE ACERO**

El factor de junta longitudinal a usarse en la fórmula de diseño de la sección 105 se determinará de acuerdo con la tabla siguiente:

ESPECIFICACION	CLASE DE CAÑO	FACTOR DE JUNTA LONGITUDINAL (E)
IRAM-IAS U500-2613 (*)	Sin costura	1,00
	Soldado por resistencia eléctrica	1,00
	Soldado a tope en horno	0,60
ASTM A 106	Sin costura	1,00
ASTM A 333	Sin costura	1,00
ASTM A 381	Soldado eléctricamente	1,00
	Soldado por doble arco sumergido	1,00
ASTM A 671	Soldado por fusión eléctrica	1,00
ASTM A 672	Soldado por fusión eléctrica	1,00
ASTM A 691	Soldado por fusión eléctrica	1,00
API 5L	Sin costura	1,00
	Soldado por resistencia eléctrica	1,00
	Soldado por destello eléctrico	1,00
	Soldado a tope en horno	0,60
OTROS	Caño mayor de 101 mm.	0,80
OTROS	Caño de 101 mm. o menor	0,60

(\*) Corresponde a la ASTM A 53

Si el tipo de junta longitudinal no puede ser determinado, el factor de junta a ser usado no debe exceder los indicados en "Otros".

#### MATERIAL DE GUIA

La fabricación de caño soldado a solapa en horno se interrumpió, por lo cual se eliminó dicho proceso de la API-5L en 1962.

#### SECCION 115 - FACTOR DE VARIACION POR TEMPERATURA (T) PARA CAÑOS DE ACERO

El factor de temperatura a usarse en la fórmula de diseño de la sección 105 se determinará como sigue:

TEMPERATURA DEL GAS EN		FACTOR DE REDUCCION POR TEMPERATURA (T)
°C	°F	
121 o menos	250 o menos	1,00
149	300	0,967
177	350	0,933
204	400	0,900
232	450	0.807

Para temperaturas intermedias del gas, el factor se determina por interpolación.

#### MATERIAL DE GUIA

No es necesario.

## SECCION 117 - DISEÑO DE CAÑOS DE FUNDICION

Los caños de fundición deben ser diseñados de acuerdo con la Norma IRAM 2501- Caños de fundición de hierro gris centrifugados para conducción de fluidos a presión.

### MATERIAL DE GUIA

En la Parte 192 esta Sección fue suprimida el 8 de marzo de 1984.

## SECCION 121 - DISEÑO DE TUBOS PLASTICOS

La presión de diseño para tubo plástico se determinará de acuerdo con la siguiente fórmula, sujeta a las limitaciones de la sección 123:

$$P = 2 S \frac{t}{(D - t)} \times 0,32$$

P = presión de diseño manométrica en kPa ( $10^3 \text{ N/m}^2$ )

S = para tubo plástico, la resistencia hidrostática a largo plazo determinada de acuerdo con la Norma o especificación aceptada de fabricación; para tubo plástico termofraguado reforzado, 75.800 kPa.

t = espesor de pared especificado, en mm.

D = diámetro exterior especificado, en mm.

### MATERIAL DE GUIA

1. Los valores de resistencia hidrostática a largo plazo para materiales cubiertos por ASTM D 2513 se enumeran en la Tabla 121i.

TABLA 121i

MATERIAL DEL CANO	RESISTENCIA HIDROSTATICA A LARGO PLAZO lb/pulg <sup>2</sup>
ABS - Tipo 1, Grado 2 (ABS - 1210)*	2000
CAB - MH (CAB - MHO8)*	1600
CAB - S (CAB - S004)*	800
PE Tipo II, Grado 3 (PE 2306)	1250
PE Tipo II, Grado 4 (PE 2406)	1250
PE Tipo III, Grado 3 (PE 3306)*	1250
PE Tipo iii, Grado 4 (PE 3406)	1250
PE Tipo 111, Grado 4 (PE 3408)	1600
PVC - Tipo 1, Grado 1 y 2 (PVC-1120, PVC-1220)	4000
PVC - Tipo II, Grado 1 (PVC-2110)	2000
PVC - Tipo II, Grado 1 (PVC-2116)	3150
PB - Tipo II, grado 1 (PB 2110)	2000
* Dejó de fabricarse	

La resistencia hidrostática a largo plazo para tubo plástico termo endurecido reforzado cubierto por ASTM D 2517 es de 11000 lb/pulg<sup>2</sup>); para tubo termoplástico, de acuerdo a la ASTM D 2513 debe determinarse a temperaturas de 23°C, 38°C, 49°C ó 60°C.

Estos valores se aplican sólo a materiales que cumplen con los requisitos de ASTM D 2513 ó ASTM D 2517 y se basan en datos de ensayos de ingeniería analizados de acuerdo con el "Método Estándar para Obtener la Base del Diseño Hidráulico para Materiales para Caño Termoplástico", ASTM D 2837.

La clase de trazado se determina aplicando los criterios establecidos en la Sección 5.

## 2. GASES DE PETROLEO

La resistencia hidrostática a largo plazo del plástico, determinada de acuerdo con Normas o especificaciones aceptadas, usando gases de petróleo como medio de ensayo, debería ser la base para calcular la tensión de diseño para el plástico específico y el régimen de presión máxima del tubo. También puede aplicarse las Secciones 11, 59 y 123. El Informe Técnico PPI-TR22 presenta información sobre la resistencias de los polietilenos con propano.

## 3. TUBOS DE POLIETILENO

Para redes de distribución con presiones de operación hasta 4 bar, también es aplicable la Norma GE-N1-129.

### SECCION 123 - LIMITACIONES DE DISEÑO PARA TUBOS PLASTICOS

- a) La presión de diseño manométrica no podrá excederse de 689 kPa ( $689 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ ) para tubos plásticos usados en:
  - 1) sistemas de distribución, o
  - 2) clases 3 y 4 de trazado
- b) No podrá usarse tubo plástico cuando la temperatura de operación de la cañería exceda los límites dados en la Norma o especificación aceptada de fabricación.
- c) El espesor de pared para tubos termoplásticos no debe ser menor que el indicado en la Norma o especificación aceptada de fabricación.
- d) El espesor de pared para tubos plásticos termoendurecidos reforzados no podrá ser menor que lo indicado en la tabla siguiente:

DIAMETRO NOMINAL	ESPEJOR MINIMO DE PARED
50,8 mm	1,52 mm
76,2 mm	1,52 mm
101,6 mm	1,78 mm
152 mm	2,54 mm

### MATERIAL DE GUIA

#### 1. IMPACTO Y DUCTILIDAD

Deberían evaluarse las propiedades de impacto y ductilidad de los plásticos cuando el material está destinado a instalaciones sujetas a bajas temperaturas.

## 2. GASES DE PETROLEO

La relación presión-temperatura con gases de petróleo deberá ser tal que no se produzca condensación.

## 3. DERIVACIONES CON PERFORACION BAJO CARGA

A efectos de minimizar la posibilidad de una explosión al hacer una derivación por perforación, bajo carga, tipo montura por termofusión sobre tubo con un espesor de pared de 5,49 mm o menos, puede resultar necesario mayor espesor de pared que lo determinado por la fórmula de diseño de presión. El fabricante del caño hará las recomendaciones adecuadas.

## 4. PARA TUBOS FABRICADOS BAJO LA NORMA ASTM

Las limitaciones de temperaturas son las siguientes:

- 1) no menor de -29°C; o
- 2) no mayor que la temperatura a la cual se determina la resistencia hidrostática a largo plazo usada en la fórmula de diseño de la sección 121 para tubos termoplásticos; o
- 3) no mayor que 66°C, para tubos de plástico termoendurecido reforzado.

## SECCION 125 - DISEÑO DE CAÑO DE COBRE

- a) El caño de cobre para redes de distribución deberá tener un espesor mínimo de pared de 1,65 mm y ser endurecido en frío.
- b) El caño de cobre usado en líneas de servicio deberá tener un espesor de pared no inferior a lo indicado en la tabla siguiente:

DIAMETRO ESTANDAR (")	DIAMETRO NOMINAL EXTERNO mm	ESPESOR DE PARED	
		NOMINAL mm	TOLERANCIA mm
1/2	15,77	1,02	0,09
5/8	19,05	1,07	0,09
3/4	22,23	1,14	0,1
1	28,58	1,27	0,1
1 1/4	34,93	1,40	0,11
1 1/2	41,28	1,52	0,11

- c) El caño de cobre usado en redes de distribución y acometidas no podrá usarse a presiones superiores a 4,1 kg/cm<sup>2</sup>.
- d) El caño de cobre que no cuente con revestimiento interno resistente a la corrosión no podrá ser usado para transportar gas cuyo contenido promedio de sulfuro de hidrógeno sea superior a 7 gramos por dm<sup>3</sup> estándar de gas.

## MATERIAL DE GUIA

Ver en la Sección 377 los requisitos adicionales relativos a líneas de servicio de cobre.

## PARTE D - DISEÑO DE COMPONENTES DE CAÑERÍAS

### SECCION 141 - ALCANCE

Esta Sección prescribe requerimientos mínimos para el diseño y montaje de componentes de cañerías e instalaciones. Además prescribe los requisitos relativos a la protección contra sobre-presiones accidentales.

#### MATERIAL DE GUIA

La Tabla 141i enumera algunas referencias útiles para el diseño y construcción de cañerías auxiliares para plantas compresoras e instalaciones similares (excepto cañerías para gas).

TABLA 141 i

CAÑERÍA AUXILIAR	REF. CODIGO DE DISEÑO
Cañería para aire	ANSI/ASME B 31.3
C. de aceite lubricante	ANSI/ASME B 31.3
C. de aceite p/uso hidráulico	ANSI/ASME B 31.3
C. de servicios de edificios	ANSI/ASME B 31.9

### SECCION 143 - REQUISITOS GENERALES

Cada componente de una cañería debe ser capaz de soportar las presiones de operaciones y otras cargas previstas sin detrimento de su eficacia con tensiones unitarias equivalentes a las admisibles para caños de material comparable en el mismo trazado y clase de servicio. No obstante, si no fuera posible el diseño basado en las tensiones unitarias para un componente en particular, el diseño podrá basarse en un régimen de presión establecido por el fabricante sometiendo ese componente, o a un prototipo del mismo, a ensayos de presión.

#### MATERIAL DE GUIA

El diseñador deberá seleccionar componentes que soporten la presión de prueba en campo a la que serán sometidos sin falla ni pérdida y sin perjuicio de su capacidad de servicio. Se habrán de considerar las vibraciones inducidas por pulsación que podrían producir tensiones cíclicas excesivas.

Ver Apéndice G-9 "Condiciones de ensayo para cañerías excepto acometidas" del Material de Guía.

Ver Apéndice G-10 "Condiciones de ensayo para acometidas".

### SECCION 144 - HABILITACION DE COMPONENTES METALICOS

Además de todo el requisito de la presente parte que incorpore por referencia la última edición de un documento enumerado en el Apéndice A de esta Norma, un componente metálico fabricado de acuerdo con cualquier otra edición de ese documento está habilitado para ser usado según esta Norma si:

- a) a través de la inspección visual del componente limpio, se verifica que no existe defecto alguno que

podiera reducir la resistencia o hermeticidad del componente; y

- b) la edición del documento conforme el cual se fabricó el componente posee los siguientes requisitos tanto o más rigurosos que los de una edición de dicho documento que haya estado o esté en la actualidad enumerado en el Apéndice A:
- 1) ensayo de presión;
  - 2) materiales; y
  - 3) rangos de presión y temperatura.

#### **MATERIAL DE GUIA**

Ver en Apéndice G-1A los documentos antes enumerados en el Apéndice A de las Normas Federales.

#### **NOTA:**

Si la edición del documento en base al cual se fabricó el componente no hubiera sido antes ni ahora mencionada en el Apéndice A, deberán analizarse los requisitos de la Sección 144 b) a fin de determinar si el componente metálico está habilitado para usarla bajo los requerimientos de esta Norma.

#### **SECCION 145 - VALVULAS**

- a) Con excepción de las válvulas de fundición y plásticas, cada válvula deberá cumplir con los requisitos mínimos, o equivalentes, de API 6D. No podrán usarse válvulas bajo condiciones de trabajo que superen los regímenes aplicables de presión-temperatura incluidos en dichos requisitos.
- b) Cada válvula de fundición y plástica deberá cumplir con lo siguiente:
- 1) La válvula deberá tener un régimen máximo de presión de servicio para temperaturas que iguallen o superen la máxima temperatura de servicio.
  - 2) Se ensayarán las válvulas como parte de la fabricación, de la siguiente forma:
    - i) Con la válvula en la posición totalmente abierta, se ensayará el cuerpo sin pérdidas hasta una presión de por lo menos 1,5 veces la máxima presión de servicio.
    - ii) Después del ensayo del cuerpo, se ensayará el asiento a una presión no inferior a 1,5 veces el régimen máximo de presión de servicio. Con excepción de las válvulas de retención de charnela, la presión de prueba durante el ensayo del asiento se aplicará sucesivamente en cada lado de la válvula cerrada con el lado opuesto abierto. No se permiten fugas visibles.
    - iii) Una vez completada la última prueba de presión, se operará la válvula a su recorrido completo a efectos de verificar que no hay defectos.
- c) Cada válvula deberá poder cumplir con las condiciones de servicio previstas.
- d) Las válvulas con cuerpos de hierro dúctil no podrán usarse a presiones que superen el 80% de los regímenes de presión para válvulas de acero comparables a la temperatura prevista. Sin embargo, sí podrá usarse una válvula con regímenes de presión para válvulas de acero comparables a la temperatura mencionada, si:
- 1) la presión de servicio ajustada por temperatura no supera las 1000 lb/pulg<sup>2</sup>; y
  - 2) no se usa soldadura en ningún componente de hierro dúctil en la fabricación del cuerpo de la válvula o en su montaje.
- e) En plantas compresoras no podrán utilizarse válvulas, sometidas a presión, que contengan piezas de hierro dúctil.

## MATERIAL DE GUIA

### 1 VALVULAS DE FUNDICION DE HIERRO CON BRIDAS EN CAÑERIAS DE ACERO

Se deberá tomar en cuenta el efecto de las tensiones secundarias (ej., la resultante de movimientos de tierra, expansión y contracción u otras fuerzas externas) que pudieran afectar la integridad estructural de válvulas de hierro fundido con bridas en cañerías de acero. Podrán usarse soportes adecuados, acoples de compresión u otros medios.

### 2. EQUIVALENCIA

#### 2.1 NORMAS EQUIVALENTES

Normas sobre válvulas, API-600, ANSI B-16.34, ANSI B-16.38 y ANSI B-16.40 son equivalentes a API-6A, API-6D, MSS SP-70, MSS SP-71 o MSS SP-78 para aplicaciones de gas.

#### 2.2 VALVULAS NO MENCIONADAS

Si bien API-6A y API-6D no enumeran todos los diámetros de válvulas (como por ejemplo, las menores de 2"), sigue siendo práctico para un fabricante diseñar, construir y ensayar válvulas de cualquier diámetro de acuerdo con todos los requisitos aplicables de API-6A y 6D cumpliendo así con los criterios de equivalencia. No obstante, no se permite el estampado API en diámetros fuera del alcance de la Norma API.

### 3. REGIMEN DE PRESION/TEMPERATURA

La válvula que no pueda cumplir con el régimen de presión/temperatura de la Norma API-6D debido a los materiales que requieren un límite de temperatura máxima reducido debería tener marcada en la placa identificatoria el régimen de presión máxima a esa temperatura y el régimen de presión a 38°C.

## SECCION 147 - BRIDAS Y SUS ACCESORIOS

- a) Todas las bridas o sus accesorios (excepto de fundición de hierro) deberán cumplir con los requisitos mínimos de ANSI B 16.5, MSS SP-44 o sus equivalentes.
- b) Cada unión a bridas deberá poder soportar la máxima presión a la cual operará la cañería y mantener sus propiedades físicas y químicas a cualquier temperatura a la que se prevé que se verá sujeta durante el servicio.
- c) Cada brida en una unión bridada en caño de fundición deberá ajustarse en cuanto a sus dimensiones, perforado, diseño de cara y junta a ANSI B-16.1 y estar fundida de manera integral con el caño, válvula o accesorio.

## MATERIAL DE GUIA

### 1. BRIDAS

#### 1.1 TIPOS DE BRIDAS

- a) las dimensiones y las perforaciones para todas las bridas de líneas o extremos deberán ajustarse a una de las siguientes Normas:

ANSI B-16 series enumeradas en el Apéndice A (para hierro y acero).

MSS SP-44 Bridas para cañerías de acero.

ANSI B-16.24 Bridas y accesorios con bridas de bronce o latón.

Las bridas fundidas o forjadas en forma integral con el caño, accesorios o válvulas en diámetros y para el máximo rango de servicio cubiertos por las Normas mencionadas anteriormente, pueden usarse siempre que se ajusten a los requisitos que para el frente, el abulonado y la junta se establecen en esta Sección y en 2.1 y 2.2.

- b) Podrán usarse bridas de unión roscadas que cumplan con el grupo B-16 de las ANSI, en diámetros y para los regímenes máximos de servicio cubiertos por estas Normas.
- c) Podrán usarse bridas con solapas en diámetros y presiones establecidos por ANSI B-16.5.
- d) Se pueden usar bridas deslizables si cumplen con los tamaños y presiones establecidos en la Norma ANSI B-16.5 y MSS-SP-44.

Las bridas deslizables de sección rectangular pueden ser sustituidas por bridas deslizables a enchufe siempre que el espesor sea incrementado hasta alcanzar idéntica resistencia a la calculada en base a la Sección VIII, Recipientes de Presión, del Código ASME para Calderas y Recipientes a Presión.

- e) Se pueden utilizar bridas con cuello para soldar en los diámetros y presiones establecidas por las Normas ANSI B 16.5 y MSS SP-44. El diámetro interior de las bridas debe corresponder al diámetro interior de la cañería a la que está aplicada.

Para un adecuado tratamiento final de la soldadura, consúltese la figura 235 C, en Apéndice G-5 del Material de Guía.

- f) Las bridas de hierro dúctil deberán ajustarse a las Normas de material y dimensiones enumeradas en la Sección 145 a) y someterse a todas las restricciones de servicio delineadas en ese inciso para las válvulas. Los requisitos de los bulones para bridas de hierro dúctil deberán ser los mismos que para las bridas de acero al carbono y de baja aleación enumeradas en 2.1b).

## 1.2 CARAS DE LAS BRIDAS

- a) Las bridas de fundición, hierro dúctil y acero deberían tener caras de contacto terminadas de acuerdo con MSS SP-6, Acabados Estándar para Caras de Contacto de Bridas de Conexión, Bridas para Conexión de Extremos de Válvulas y Accesorios.
- b) Las bridas no ferrosas deberán tener caras de contacto terminadas según ANSI B 16.24.
- c) Las bridas de unión de fundición roscadas o integrales clase 25 y clase 125 pueden usarse con una junta de cara completa o de anillo plano que se extiende al borde interno de los agujeros de los espárragos. Al usar una junta de cara completa, los espárragos deben ser de acero aleado (ASTM A 193). Si se usa una de anillo, los espárragos serán de acero al carbono, sin tratamiento térmico, con excepción de alivio de tensión, equivalente a ASTM A 307 Grado B.
- d) Al abulonar entre sí dos bridas de unión de fundición roscadas o integrales clase 250, con caras salientes en 1/6 pulgadas, los espárragos deberán ser de acero al carbono, sin tratamiento térmico, excepto alivio de tensión, equivalente a ASTM A 307 Grado B.
- e) Las bridas de acero clase 150 podrán abulonarse a bridas de fundición clase 125. Cuando se emplee este tipo de construcción, deberá eliminarse el resalte de la cara de 1/16" (1,6 mm) de la brida de acero. Al abulonarse entre sí dichas bridas, usando una juntas de anillo plano que se extiende al borde interno de los agujeros de los espárragos, éstos deberán ser de acero al carbono, sin tratamiento térmico, excepto alivio de tensión, equivalente a ASTM A 307 Grado B. Cuando se usen juntas de cara completa, los espárragos podrán ser de acero aleado (ASTM A 193).
- f) Las bridas de acero clase 300 pueden abulonarse a bridas de fundición clase 250. Cuando se usa este tipo de construcción, los espárragos deberán ser de acero al carbono, sin tratamiento térmico, excepto alivio de tensión, equivalente a ASTM A 307 Grado B. Se recomienda eliminar la cara saliente en la brida de acero. Cuando sucede esto, los espárragos deberán ser de acero al carbono, sin tratamiento térmico, excepto alivio de tensión, equivalente a ASTM A 307 Grado B.

- g) Podrán usarse bridas de cuello de acero forjado que tengan un diámetro externo y agujereado igual a lo establecido en ANSI B 16.1, pero con espesores de bridas, dimensiones del centro, y detalles especiales de las caras modificados, abulonadas a bridas de fundición de cara plana, y podrán operar a los regímenes de presión-temperatura de ANSI B 16.1, Bidas de Fundición Clase 125, siempre que:
- 1) El espesor mínimo de brida, T, de la brida de acero no sea inferior a lo especificado para diámetros de 6" y mayores.
  - 2) Se usen bridas con juntas no metálicas de cara completa que se extienden a la periferia de la brida.
  - 3) Se haya probado por ensayo que el diseño de la unión es adecuada al rango de presión a que será sometida.

## **2. ACCESORIOS DE BRIDAS**

### **2.1. ESPARRAGOS**

- a) Generalidades:
- 1) Para todas las uniones de bridas, excepto las descritas en 1.2 c), d), e) y f), los espárragos deberán ser de acero aleado según ASTM A 193, A320 o A 354, o de acero al carbono tratado térmicamente según ASTM A 449. Sin embargo, los espárragos para bridas Clase 250 y 300 según Normas Nacionales de EE.UU que se usarán a temperaturas de entre -29°C y 232°C podrán hacerse de acuerdo con ASTM 307, Grado B.
  - 2) Deberá usarse material de acero aleado para espárragos que se ajusten a ASTM A 193 o ASTM A 354 para bridas de aislación si dichos espárragos están 1/8" (3,2 mm) subdimensionados.
  - 3) los materiales de las tuercas deben ajustarse a ASTM A 194 y A 307. Las tuercas A 307 deben usarse sólo con espárragos A 307.
  - 4) Todos los espárragos de acero al carbono y aleado, los espárragos prisioneros, y sus tuercas, deberán roscarse de acuerdo con las siguientes series de roscado y dimensiones requeridas por ANSI B1.1.
    - i) Acero al carbono: Todos los espárragos de acero al carbono y espárragos prisioneros deberán tener roscas de paso grande, dimensiones clase 2A, y sus tuercas dimensiones clase 2B.
    - ii) Acero aleado: Todos los espárragos de acero aleado y espárragos prisioneros con diámetros nominales de 1" y menores, deberán ser de series de roscas de paso grande; los diámetros nominales de 1 1/8" y mayores deberán ser de serie de rosca 8. Los espárragos y espárragos prisioneros deberán tener dimensiones clase 2A, y sus tuercas, clase 2B.
  - 5) Los espárragos deberán tener cabezas cuadradas normales o hexagonales gruesas según Normas ANSI y tuercas hexagonales gruesas según Normas ANSI conforme a las dimensiones de ANSI B18.2.1 y B18.2.2.
  - 6) Las tuercas cortadas de metal en barra de manera tal que el eje esté paralelo a la dirección del trefilado de la barra podrán usarse en todos los diámetros para uniones en las cuales una o ambas bridas son de fundición, y para uniones con bridas de acero en las cuales la presión no supera 17,6 kg/cm<sup>2</sup> M (250 lb/pulg<sup>2</sup> M). Dichas tuercas no deberían usarse para uniones en las cuales ambas bridas son de acero y la presión supera las 17,6 kg/cm<sup>2</sup> M (250 lb/pulg<sup>2</sup> M), con la salvedad de que estas limitaciones no se aplicarán a diámetro de 1/2" y menores.

b) Ajuste

La instalación y mantenimiento adecuado de los elementos roscados usados en bridas, accesorios, y juntas en recipientes de gas resultan críticos para una operación segura y continua de las instalaciones. Los elementos roscados deberán siempre ajustarse o reajustarse a los valores de torsión predeterminados que recomiendan los fabricantes de equipos o las especificaciones de la industria, o tal como se determina mediante cálculos de diseño. Una referencia útil es la Nota Técnica de Ingeniería CPR- 83-4-1 de la Sección Operativa de A.G.A., "Momento Torsor de elementos Sujetadores Roscados". En todas las uniones de bridas, los espárragos o espárragos prisioneros deberían extenderse completamente a través de las tuercas.

## 2.2 JUNTAS

- a) Los materiales de las juntas deberán poder soportar la presión máxima y mantener sus propiedades físicas y químicas a cualquier temperatura a la que podrían verse sometidos durante el servicio.
- b) Las juntas usadas bajo presión y a una temperatura de más de 121°C deberán ser de material no combustible. No deberán usarse juntas metálicas con bridas clase 150 estándar o más livianas.
- c) Podrán usarse juntas de amianto según lo permitido en ANSI B16.5. Este tipo de juntas puede emplearse junto con cualquiera de las diferentes caras de bridas, con excepción de macho y hembra pequeños, o lengüeta y ranura.
- d) El uso de juntas metálicas o de amianto con revestimiento metálico (lisas o corrugadas) no está limitado con respecto a la presión siempre que el material de juntas sea adecuado a la temperatura de servicio. Se recomiendan estos tipos de juntas para las uniones pequeñas macho/hembra o lengüeta y ranura. También pueden usarse con bridas de acero con cualquiera de las uniones siguientes: a solape, macho y hembra grandes, lengüeta y ranura grande, o cara con resalte.
- e) Las juntas de cara completa deberían usarse con todas las bridas de bronce, y puede usarse con las de fundición clases 25 ó 125. Las juntas de anillo plano con diámetro exterior que se extiende hasta el interior de los orificios de los espárragos pueden usarse con bridas de fundición, bridas de acero de cara saliente o de acero a solape.
- f) A fin de asegurar una mayor compresión unitaria sobre la juntas podrán usarse juntas metálicas de un ancho inferior al de la cara macho completa de la brida con uniones de cara saliente, a solape o macho y hembra grandes. El ancho de la juntas para uniones pequeñas macho y hembra o de lengüeta y ranura debería ser igual al ancho de la cara macho o de la lengüeta.
- g) Los anillos para las uniones con anillo deberán ajustar sus dimensiones a lo establecido en ANSI B16.20. El material de dichos anillos deberá ser adecuado a las condiciones del servicio a que estará sometido y mas blando que las bridas.
- h) El material aislante debe adecuarse a la temperatura, humedad y demás condiciones bajo las cuales se usará.

## SECCION 149 - ACCESORIOS NORMALES

- a) El espesor mínimo de metal de los accesorios roscados no podrá ser menor que el especificado para las presiones y temperaturas indicadas en las Normas aplicables o sus equivalentes.
- b) Cada accesorio de acero soldado a tope deberá tener regímenes de presión y temperatura basados en tensiones para caño del mismo material o equivalente. La resistencia real al estallido del accesorio deberá por lo menos igualar la resistencia del estallido calculada para caño de material y espesor de pared determinados, según lo establecido por un prototipo ensayado, por lo menos, a la presión requerida para el gasoducto al cual se agrega.

## MATERIAL DE GUIA

Los accesorios de acero con soldadura a tope deben cumplir con ANSI B 16.9 o MSS SP-75, y tener regímenes de presión y temperatura basados en tensiones para caño de material igual o equivalente.

Los accesorios roscados deberán cumplir con ANSI B 16.3, ANSI B 16.4, ANSI B 16.11, ANSI B 16.15, MSS SP-83, o equivalente.

### SECCION 151 - DERIVACION CON PERFORACION

- a) Todo accesorio mecánico usado para hacer una derivación por perforación bajo carga en tubería de servicio, debe ser diseñado por lo menos para la presión de operación de la cañería.
- b) Cuando se perfora un caño de hierro dúctil, la extensión de un ajuste totalmente roscado y la necesidad del uso de sellantes externos en la conexión del servicio, monturas de derivación u otros elementos, debe ser determinada por las condiciones de trabajo.
- c) Cuando se realiza un agujero roscado en caño de fundición o de hierro dúctil, el diámetro del agujero perforado no podrá ser mayor que el 25% del diámetro nominal de la cañería, a menos que el caño sea reforzado, excepto que:
  - 1) las perforaciones existentes pueden ser usadas para reemplazo de servicios, si ellas están libres de fisuras y tienen buenas roscas, y
  - 2) una perforación de 31,8 mm puede ser ejecutada en caños de fundición o de hierro dúctil de 4" de diámetro, sin refuerzos.

Sin embargo, en zonas donde el clima, suelo, y condiciones de servicio puedan crear tensiones externas e inusuales en caños de fundición, las perforaciones sin refuerzo solamente pueden ser realizadas en caños de 6" o mayores.

## MATERIAL DE GUIA

### 1. DISEÑO

#### 1.1 ACCESORIOS PATENTADOS

##### a) Generalidades

Cuando se usen accesorios patentados para derivaciones con carga, el operador deberá asegurarse de que el régimen de presión-temperatura, el procedimiento de instalación y las restricciones de servicio se hayan establecido de acuerdo con sólidos principios de ingeniería. Los accesorios se emplearán únicamente respetando las recomendaciones del fabricante.

##### b) Regímenes presión-temperatura

Por lo general resulta suficiente la información de ingeniería o el catálogo publicado por un fabricante o diseñador de buena reputación. Cuando no sea posible establecer el régimen, el mismo se determinará mediante ensayos realizados en virtud del párrafo UG-101 de la Sección VIII del Código ASME para Calderas y Recipientes a Presión.

#### 1.2 Otros accesorios

Para requisitos de diseño para accesorios soldados para derivación con carga, ver Sección 153.

### **1.3 Conexión de ramales**

Para derivaciones con carga relativa a conexiones de ramales, ver Material de Guía en la Sección 155.

## **2. LIMITACIONES DE PRESION**

El equipo para efectuar derivaciones podrá tener un régimen de presión máxima de trabajo inferior al del accesorio e inferior a la presión de trabajo real del gasoducto que se está derivando. En ese caso, se deberá reducir la presión de trabajo temporariamente durante la operación de derivación. Si, en una emergencia, un accesorio no está habilitado para la MAPO del gasoducto, se reducirá la presión de trabajo hasta el régimen de presión del accesorio y se la mantendrá en ese nivel o por debajo del mismo hasta quitar el accesorio.

## **3. LIMITACIONES DE TAMAÑO**

### **3.1 DERIVACIONES CON GRANDES DIAMETROS**

Las derivaciones de gran diámetro que lleven accesorios mecánicos podrán reducir la superficie circunferencial restante por debajo de lo requerido para resistir fuerzas longitudinales previstas debido a la presión, la flexión y los efectos térmicos. El operador debe prever y diseñar la circunferencia completa para que no se produzcan roturas. El operador deberá confirmar que la resistencia al desprendimiento longitudinal del accesorio es adecuada, o bien proporcionará medios apropiados de sujeción (tales como arnés mecánico, correas o soldaduras circunferenciales a filete en los extremos) (Para soldaduras, ver Material de Guía en la Sección 713).

### **3.2 DERIVACIONES SOBREDIMENSIONADAS**

Cuando se efectúa una derivación sobredimensionada (vale decir, más de 25% del diámetro nominal) en caño de fundición o hierro dúctil a través de un accesorio tipo zuncho, es práctica común usar una junta de circundación total para contención de fugas en el caso de que se produzca una fisura circunferencial.

## **4. SEPARACION**

A efectos de resistir fisuras longitudinales entre derivaciones, las derivaciones en caño de fundición o hierro dúctil deberán estar separadas longitudinalmente como mínimo por la circunferencia del caño que se deriva.

## **5. OTROS**

Ver Material Guía en la Sección 627, calificaciones del personal, identificación del caño a derivar y aptitud para admitir derivaciones. Ver en la Sección 627, derivación de gasoductos a presión.

## **SECCION 153 - COMPONENTES FABRICADOS POR SOLDADURA**

- a) Excepto para conexiones de derivación y conjuntos de caños y accesorios Normales, unidos por soldadura circunferencial, la presión de diseño de cada componente fabricado por soldadura, cuya resistencia no puede ser determinada, deberá ser establecida de acuerdo con el párrafo UG-101 de la sección VIII del "Código ASME para calderas y recipientes a presión".
- b) Toda unidad prefabricada con chapa y costura longitudinal debe ser diseñada, construida y probada de acuerdo con el código ASME para calderas y recipientes a presión, excepto lo siguiente:
  - 1) accesorios regularmente fabricados para soldar a tope;
  - 2) caños que han sido producidos y ensayados según alguna de las especificaciones listados en el apéndice B de esta Norma;

- 3) montajes de partes tales como anillos o manguitos partidos;
- 4) las unidades prefabricadas certificadas por el fabricante como probadas por lo menos al doble de la presión máxima a la que se hallarán sujetas en las condiciones previstas de operación.
- c) No podrán usarse casquetes, reducciones ni ningún otro accesorio fabricado en gajos en gasoductos que operen a tensión circunferencial del 20% o más de la TFME del caño.
- d) Excepto para los cierres planos diseñados de acuerdo con la sección VIII del "Código ASME para calderas y recipientes a presión", no podrán usarse cierres planos y cola de pescado, en los caños que operan a 690 kPa M o más, o cuyo diámetro nominal sea mayor de 76,2 mm.

### **MATERIAL DE GUIA**

No es necesario.

### **SECCION 155 - CONEXIONES DE DERIVACIONES SOLDADAS**

Cada conexión de derivación soldada hecha en un caño en la forma de una única conexión, o en un colector como una serie de conexiones, deberá estar diseñada de modo de asegurar que no se reduzca la resistencia del sistema de la cañería, tomando en cuenta las tensiones en la pared remanente del caño debidas a la abertura en el caño o colector, las tensiones cortantes producidas por la acción de la presión que actúa sobre la zona de la abertura del ramal, y toda otra carga externa debida a movimientos térmicos, peso y vibración.

### **MATERIAL DE GUIA**

#### **REFUERZO DE CONEXIONES SOLDADAS DE DERIVACIONES**

##### **1. EXIGENCIAS GENERALES**

Los párrafos siguientes contienen recomendaciones de diseño para combinaciones usuales de cargas, con excepción de las externas que sean excesivas.

##### **1.1 REGLA SOBRE ESFUERZO**

El refuerzo exigido en la sección de la bifurcación de una conexión de ramal soldada deberá ser determinado por la regla por la cual la sección del material disponible para el refuerzo será igual o mayor que la sección requerida definida en 1.2 así como en la figura 155 A en Material de Guía Apéndice G-4.

##### **1.2 SUPERFICIE TRANSVERSAL RECOMENDADA**

El área transversal exigida  $A_R$  se la define como el producto de "d" veces "t".

$$A_R = d \times t$$

Donde:

d = Longitud de la abertura terminada en la pared del colector medida paralelamente al eje del tramo.

t = Espesor nominal de la pared del colector exigido por la Sección 105 para la presión y temperatura de diseño.

Cuando en el espesor de la pared del caño se ha incluido una tolerancia para la corrosión o erosión, todas las dimensiones empleadas serán aquellas que resulten después de producirse la corrosión o erosión prevista.

### **1.3 SUPERFICIE DISPONIBLE PARA REFUERZO**

El área disponible para refuerzo deberá ser la suma de:

- a) El área transversal resultante de cualquier exceso de espesor disponible en el espesor del colector (por encima del mínimo requerido para el mismo, según lo definido en el punto 1.2) y que está situada dentro del área de refuerzo, tal como se define en el punto 1.4.
- b) El área transversal resultante de cualquier exceso de espesor en la pared del ramal (por sobre el espesor mínimo requerido por éste y que está situada dentro del área de refuerzo, tal como se define en 1. 4).
- c) El área transversal resultante de todo el metal adicional de refuerzo que está situado dentro del área de refuerzo, tal como se define en 1.4, incluyendo el del metal de soldadura convencionalmente adosado al colector, al ramal o a ambos.

### **1.4 AREA DE REFUERZO**

La figura 155 A del Apéndice G-4 Material de Guía muestra el área de refuerzo y se la define como un rectángulo cuya longitud debe extenderse a una distancia (d) a cada lado del eje transversal de la abertura terminada y cuyo ancho deberá extenderse a una distancia equivalente a 2 veces y media el espesor de la pared del colector a cada lado de la superficie de la pared del mismo, excepto que en ningún caso se extenderá mas de 2 veces y media de espesor de la pared del ramal desde la superficie exterior del colector o del refuerzo, si la hubiera.

### **1.5 FACTOR DE CORRECCION DE TENSION PARA LA SUPERFICIE DEL REFUERZO**

El material de cualquier refuerzo agregado tendrá una tensión de trabajo admisible por lo menos igual a la de la pared del colector, excepto que un material de tensión admisible más baja puede ser usado si el área del refuerzo se aumenta en proporción directa a las tensiones admisibles de la línea troncal y el material de refuerzo respectivamente.

### **1.6 MATERIAL PARA REFUERZO DE CHAPA O MONTURA**

- a) El material utilizado para montura o refuerzos puede responder a especificaciones distintas de la cañería, siempre que la sección transversal esté en proporción correcta con la resistencia de los materiales del caño y los refuerzos a las temperaturas de operación y siempre que las cualidades de su soldadura sean comparables a las del caño.

No debería tomarse en cuenta la diferencia por la resistencia adicional del material cuya resistencia sea mayor que la de la parte a reforzar.

- b) Cuando se utilizan refuerzos o monturas sobre la soldadura entre la línea troncal y la derivación, debe preverse un agujero de ventilación en el anillo o la montura a fin de manifestar pérdidas en la soldadura entre la línea troncal y el ramal, y posibilitar la aireación durante la soldadura y las operaciones de tratamiento térmico. Los agujeros de ventilación deben obturarse durante el servicio para impedir la corrosión en los espacios comprendidos entre el caño y el elemento de refuerzo, pero deberá evitarse emplear un material de obturación capaz de mantener presión dentro de esos espacios.
- c) Las chapas y monturas de refuerzo deberán ajustarse exactamente a las piezas a las que se agregan. Las fig. 155 C y 155 D del Apéndice G-4 del Material de Guía ilustran algunas formas aceptables de refuerzo.

## **1.7 NERVADURAS O ESCUADRAS**

No debe considerarse que el uso de nervaduras o escuadras de refuerzo contribuye a reforzar la conexión de la derivación. No se prohíbe el uso de nervaduras o escuadras con otros fines que no sean los de refuerzo, como por ejemplo proveer rigidez.

## **1.8 SUJECION DE LA DERIVACION**

- a) La derivación deberá fijarse con una soldadura que abarque el total del espesor de la línea troncal o la derivación más una soldadura de filete W1, según se muestra en las figuras 155 B y 155 C del Apéndice G-4. Se preferirá el uso de soldaduras de filete cóncavo para minimizar además la concentración de esfuerzos angulares. Los refuerzos de placa o montura deben fijarse según se indica en la figura 155 C en el Material de Guía, Apéndice G-4. Cuando no se utiliza un filete completo se recomienda rebajar o biselar a aproximadamente 45° el refuerzo para emparejarlo con el borde del filete.
- b) Las conexiones de derivaciones realizadas con un ángulo menor de 85° con respecto a la línea troncal se debilitan progresivamente a medida que este ángulo disminuye. Cualquier proyecto con semejantes características deberá ser objeto de un estudio especial y estar suficientemente reforzado como para compensar la debilidad inherente a tal tipo de construcción. El uso de nervaduras circulares para soportar la planchuela de refuerzo o reencontrar la superficies, está permitida y puede incluirse en los cálculos de resistencia.

El proyectista debe estar prevenido de que la concentración de esfuerzos cerca de los extremos de nervaduras, barras o escuadras parciales puede anular su efecto de refuerzo.

## **2. REFUERZO DE ABERTURAS MULTIPLES**

### **2.1 GENERALIDADES**

Cuando dos derivaciones adyacentes se encuentran a una distancia menor que el doble del promedio de sus diámetros (de modo tal que sus áreas efectivas de refuerzo se superponen) el grupo de aberturas debe reforzarse de acuerdo con las recomendaciones de este Material de Guía 2.1, 2.2 y 2.3. El metal de refuerzo deberá ser agregado como un refuerzo combinado, cuya resistencia deberá igualar las resistencias combinadas de los refuerzos que se requerirían para dichas aberturas por separado. En ningún caso deberá considerarse cualquier porción de una sección transversal para aplicar más que a una abertura ni será evaluada más de una vez en un área combinada.

### **2.2 CONSIDERACION DE LA DISTANCIA ENTRE CENTROS**

- a) Cuando más de dos aberturas adyacentes deben recibir un refuerzo combinado, la distancia mínima entre los centros de dos cualesquiera de dichas aberturas debe ser preferentemente igual, por lo menos, a una vez y media el promedio de sus diámetros y el área de refuerzo entre ellas deberá ser, como mínimo, igual al 50% del total requerido para estas dos aberturas, sobre la sección transversal considerada.
- b) Cuando la distancia entre los centros de dos aberturas adyacentes, consideradas en virtud de 2.2, sea inferior a 1 1/3 veces el promedio de sus diámetros, no se considerará como refuerzo el metal entre estas dos aberturas.

### **2.3 CONSIDERACION COMO SI FUERA UNA UNICA ABERTURA**

Cualquier número de aberturas adyacentes, escasamente separadas entre sí, pueden ser reforzadas en cualquier caso como si se tratara de una sola abertura cuyo diámetro abarcará todas las aberturas consideradas.

## **3. CONSIDERACIONES ESPECIALES**

Las conexiones de derivaciones deben cumplir además, con los requisitos especiales mencionados en la TABLA 155i.

**TABLA 155i**

<b>REFUERZO DE CONEXIONES DE RAMALES SOLDADAS CONSIDERACIONES ESPECIALES</b>			
Relación $R_1$ de tensión circunferencial de diseño a límite elástico mínimo especificado en el colector	Relación $R_2$ de diámetro nominal del ramal a diámetro nominal del colector		
	$R_2 \geq 25\%$	$25\% \geq R_2 \geq 50\%$	$50\% \geq R_2$
$R_1 \geq 20\%$	<b>G</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
$20\% \geq R_1 \geq 50\%$	<b>D, I</b>	<b>I</b>	<b>H, I</b>
$50\% \geq R_1$	<b>C, D, E</b>	<b>B, E</b>	<b>A, E, F</b>

### **3.1 CONSIDERACION ESPECIAL A**

Se prefieren tes de acero forjado de borde suave y de diseño experimentado. Cuando no se puedan emplear tes el elemento de refuerzo se extenderá en torno de la circunferencia de la línea principal. Están prohibidas las chapas de refuerzo, las monturas parciales u otros tipos de refuerzos localizados.

### **3.2 CONSIDERACION ESPECIAL B**

Se prefieren tes de bordes suave y de diseño experimentado. Cuando no se usan tes, el elemento de refuerzo debería ser del tipo de circundación total, pero puede ser tipo chapa de refuerzo, tipo montura o un accesorio de conexión soldado.

### **3.3 CONSIDERACION ESPECIAL C**

El elemento de refuerzo puede ser de tipo de circundación total, de chapa de refuerzo, tipo montura o un accesorio de conexión soldado. Los bordes de los elementos de refuerzo deberán adelgazarse al espesor de la línea principal.

Se recomienda que los catetos de los cordones de soldadura que unen los elementos de refuerzo y el colector no excedan el espesor de este último.

### **3.4 CONSIDERACION ESPECIAL D**

No se requiere efectuar cálculos para aberturas de diámetros de 2" o menores; sin embargo deben tomarse precauciones para proveer una adecuada protección contra las vibraciones y otras fuerzas externas, a las que estas pequeñas aberturas están sometidas frecuentemente.

### **3.5 CONSIDERACION ESPECIAL E**

Todas las soldaduras que unen la línea principal, la derivación y los elementos de refuerzo deben ser equivalentes a los que se muestran en las figuras 155 B y 155 C en el Apéndice G-4 del Material de Guía.

### **3.6 CONSIDERACION ESPECIAL F**

Los bordes interiores de la abertura terminada deberán siempre que sea posible, ser redondeados con una radio de 1/8" (3,2 mm).

Si el elemento de refuerzo tiene un espesor mayor que el colector y está soldado a éste, los extremos se adelgazarán hasta el espesor del colector, debiendo efectuarse continuas pasadas de soldadura.

### **3.7 CONSIDERACION ESPECIAL G**

Se deberá considerar el refuerzo de aberturas en casos especiales (tales como presiones superiores a las 100 p.s.i., paredes delgadas de caño o severas cargas externas).

### **3.8 CONSIDERACION ESPECIAL H**

Cuando se utilice un elemento de refuerzo y el diámetro del ramal sea tal que el tipo localizado de elemento de refuerzo debería extenderse alrededor de más de la mitad de la circunferencia del colector, entonces se habrá tipo circundación total, independientemente de la tensión circunferencial de diseño, o también se podrá usar un te de acero forjado de contornos suaves y diseño aprobado.

### **3.9 CONSIDERACION ESPECIAL I**

El refuerzo puede ser de cualquiera de los tipos incluidos en este material de guía.

## **SECCION 157 - ABERTURAS OBTENIDAS POR EXTRUSION**

Toda abertura obtenida por extrusión deberá ser adecuada a las condiciones previstas de servicio, y tener como mínimo una resistencia igual a la de diseño del caño y otros accesorios de la línea a la que será agregado.

### **MATERIAL DE GUIA**

#### **1. GENERALIDADES**

##### **1.1 APLICABILIDAD**

- a) Las recomendaciones siguientes se aplican a aberturas de acero extruidas en las cuales el refuerzo es integral.

Una abertura obtenida por extrusión se define como una abertura en la cual el labio obtenido por extrusión alcanza una altura sobre la superficie de la línea igual o mayor que el radio de curvatura de la porción curvada externa de la abertura.

$h_o \geq r_o$  (Ver Fig. 157 A, B, C, D y Nomenclatura en el Apéndice G-4 del Material de Guía).

- b) Estas recomendaciones no son de aplicación para cualquier tipo de boquilla o conexión de derivaciones, en las que se haga uso de material adicional no integral en la forma de anillos, placas de refuerzo o monturas.
- c) Estas recomendaciones se aplican únicamente en los casos en que el eje de la abertura intercepta y es perpendicular al eje del caño principal. .
- d) Las figuras 157 A, B, C, y D del Apéndice G-4 del Material de Guía definen las dimensiones pertinentes y las condiciones limitativas.

##### **1.2 MARCACION**

Además del material aquí incluido, el fabricante será responsable de establecer, de acuerdo con esta Norma,

la presión y temperatura de diseño. El nombre o marca del fabricante y la presión y temperatura de diseño deberán registrarse en el elemento.

## 2. CALCULOS

### 2.1 AREA RECOMENDADA

El área requerida se define como  $A = K \cdot (t_r \times D_o)$  donde K se tomará de la siguiente manera.

$$K = 1 \qquad 0,60 \cdot \frac{d}{D}$$

$$K = 0,6 + \frac{2}{3} \cdot \frac{d}{D} \qquad 0,15 \cdot \frac{d}{D} \quad ? \quad 0,60$$

$$K = 0,70 \qquad \frac{d}{D} \quad ? \quad 0,15$$

El diseño debe satisfacer el criterio de que el área de refuerzo definida en el punto 2.2, no sea menor que el área requerida.

### 2.2 AREA DE REFUERZO

El área de refuerzo debe ser la suma de las áreas  $A_1 + A_2 + A_3$  según se definen a continuación:

#### a) AREA $A_1$

El área comprendida dentro de la zona de refuerzo resultante de cualquier exceso disponible en el espesor de la pared de colector:

$$A_1 = D_o (T_r - t_r)$$

#### b) AREA $A_2$

El área comprendida dentro de la zona de refuerzo resultante de cualquier exceso disponible en el espesor de la pared de la derivación:

$$A_2 = 2 L (T_b - t_b)$$

#### c) AREA $A_3$

El área comprendida dentro de la zona de refuerzo resultante de cualquier exceso disponible en el espesor del labio obtenido por extrusión:

$$A_3 = 2 r_o (T_o - T_b)$$

### 2.3 REFUERZOS DE ABERTURAS MULTIPLES

Las recomendaciones de diseño serán las del punto 155 excepto en lo referido a área requerida y área de refuerzo en que deben tenerse en cuenta las del punto 157, ambos en el Material de Guía.

### 3. OTROS

Las aberturas extruidas fabricadas de acuerdo con MSS SP-75 están de acuerdo con 1 y 2.

### SECCION 159 - FLEXIBILIDAD

Cada cañería deberá ser proyectada con suficiente flexibilidad para prevenir expansiones o contracciones causadas por cambios térmicos que podrían producir en el caño y en sus componentes tensiones y flexiones excesivas, cargas inusuales en las uniones, fuerzas o momentos inconvenientes en puntos de conexión a equipos, o en puntos de guía o anclaje.

#### MATERIAL DE GUIA

#### 1. ACERO

##### 1.1 APLICACIONES

Estas recomendaciones son aplicables únicamente a los tipos de cañería de acero aéreas y cubren todos los tipos de materiales incluidos en esta guía hasta temperaturas no superiores a 232°C (450°F).

##### 1.2 MAGNITUD DE LA EXPANSION

La expansión térmica de los materiales más comunes usados para caños debe determinarse a partir de la tabla 159i de esta guía. La expansión a considerarse es la diferencia entre la expansión para la máxima temperatura de operación prevista y la correspondiente a la temperatura promedio de instalación.

Para materiales no incluidos en esta tabla, o para cálculos precisos debe hacerse referencia a datos provenientes de fuente autorizada, como ser las publicaciones del Departamento Nacional de Normas.

**TABLA 159i**

**EXPANSION TERMICA DE LOS MATERIALES DE CAÑERIAS  
ACERO AL CARBONO Y DE BAJA ALEACION DE ALTA RESISTENCIA Y  
HIERRO FORJADO**

TEMPERATURA		EXPANSION TOTAL POR CADA 30,5 m (100 pies) POR ENCIMA DE LOS 0°C (32°F)	
°C	°F	mm	PULGADAS
0	32		0
15,6	60	5,08	0.2
37,8	100	12,7	0.5
47,2	125	17,8	0.7
65	150	22,9	0.9
76	175	27,9	1.1
93	200	33	1.3
107	225	38,1	1.5
121	250	43,2	1.7
149	300	55,9	2.2
177	350	66	2.6
204	400	76,2	3.0
232	450	88,9	3.5

### 1.3 REQUISITOS DE FLEXIBILIDAD

Se requerirán cálculos formales sólo cuando existan dudas razonables respecto de la adecuada flexibilidad del sistema.

La flexibilidad se logra mediante curvas, omegas o cuellos de cisne; de lo contrario se deben tomar medidas para absorber los cambios térmicos a través del uso de acoplamientos de dilatación o de uniones móviles tipo junta de dilatación o tipo fuelle. Si se utilizan juntas de expansión, debe instalarse anclajes o amarres de suficiente fortaleza y rigidez, para contrarrestar los esfuerzos terminales debidos a la presión del fluido y a otras causas.

Al calcular la flexibilidad de un sistema éste debe ser tratado como un todo. Debe considerarse la característica de cada uno de los componentes de la línea y de todas las restricciones como ser soportes resistentes o guías.

Los cálculos deben tener en cuenta los factores de intensificación de tensiones que se han comprobado en componentes que no son las de la simple cañería recta. Debe tenerse en cuenta también la influencia de la flexibilidad extra de tales componentes. En ausencia de más datos de aplicación directa pueden utilizarse los factores de flexibilidad y de intensificación de la tensión que figuran el Apéndice G.3 del Material de Guía.

Las propiedades del caño y los accesorios para estos cálculos deben estar basados en sus dimensiones nominales y el factor de junta E debe tomarse como 1,00.

En todos los cálculos de expansión debe utilizarse el rango total de temperatura, ya sea la cañería curvada en frío o no. Además de la expansión de la línea en si misma deben considerarse los movimientos lineales y angulares de los equipos conectados a ella.

### 1.4 CURVADA EN FRIO

A fin de modificar los efectos de la expansión y la contracción, los tendidos de cañerías pueden ser curvados en frío. El curvado en frío puede ser tenido en cuenta en los cálculos de la reacción, según se muestra en el párrafo 1.5 f) siguiente, siempre que se especifique y se use un método efectivo para lograr el curvado en frío previsto en el diseño.

Los cálculos de flexibilidad deben basarse en el módulo de elasticidad E, a temperatura ambiente.

### 1.5 CALCULOS COMBINADOS DE TENSION

- a) Sobre la base de las afirmaciones enunciadas, las tensiones y reacciones debidas a la expansión deben ser investigadas en todos los puntos de significación.
- b) Las tensiones de expansión deben combinarse de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$S_E = \sqrt{S_B^2 + 4 S_t^2}$$

donde:

$S_E$  = Tensión máxima calculada de expansión, p.s.i.

$S_B$  =  $i M_b / Z$  = tensión de flexión resultante, p.s.i.

$S_t$  =  $M_t / 2 Z$  = tensión de torsión, p.s.i.

$M_b$  = momento de flexión resultante, lb.plg

$M_t$  = momento de torsión, lb.plq

$Z$  = momento resistente del caño, plg<sup>3</sup>

$i$  = factor de intensificación de tensiones (Apéndice G-3)

- c) El máximo rango de tensión de expansión computado  $S_E$  no debe exceder de  $0,72 S$ , donde  $S$  es la tensión mínima de fluencia especificada, p.s.i., sujeta a la limitación adicional del punto 1.5 d) y e).
- d) El total de las siguientes puntos no debe exceder la tensión mínima de fluencia especificada,  $S$
- 1) La tensión combinada máxima debida a la expansión  $S_E$
  - 2) La tensión longitudinal de la presión
  - 3) La tensión longitudinal de flexión debida a cargas externas, como ser el propio peso de la cañería y su contenido y viento
- e) La suma de d) 2) y d) 3) no debe exceder del 75% de la tensión admisible en condición caliente (S.F.T.).

$S =$  Tensión de fluencia mínima especificada, p.s.i.

$F =$  Factor de diseño determinado de acuerdo con la Sección 111.

$T =$  Factor de reducción de temperatura de acuerdo con la Sección 115.

- f) Las reacciones  $R'$  se obtendrán de la manera siguiente a partir de las reacciones  $R$  derivadas de los cálculos de flexibilidad, y no deberán exceder los límites que el equipo o anclaje deben soportar de acuerdo a su diseño.

$$R' = \left(1 - \frac{2}{3} C_s\right) R \quad 0 \leq C_s \leq 0,6$$

$$R' = C_s R \quad 0,6 \leq C_s \leq 1,0$$

$C_s =$  factor de curvado en frío que varía de cero para no curvado en frío, hasta uno para 100% de curvado en frío.

$R =$  rango de reacciones correspondientes al rango de plena expansión basado en  $E_c$

$E_c =$  módulo de elasticidad en frío.

## 2. PLASTICO

Ver Material de Guía en las Secciones 281 y 321.

## 3. OTROS MATERIALES

Ver Apéndice G-18 del Material de Guía "Caño de hierro de fundición"

### SECCION 161 - SOPORTES Y ANCLAJES

- a) Toda cañería y equipos conectados a ella deberán tener suficientes anclajes o soportes para:
- 1) impedir deformaciones indebidas en los equipos conectados;
  - 2) resistir las fuerzas longitudinales causados por curvas o "eses" de la cañería; y

- 3) impedir o amortiguar vibraciones excesivas.
- b) Toda cañería montada a la intemperie deberá tener suficientes soportes o anclajes para proteger sus juntas de las fuerzas máximas resultantes de la presión interna y cualquier fuerza adicional causada por contracción o expansión térmica, o por el peso de la cañería y su contenido.
  - c) Todo soporte o anclaje de una cañería expuesta a la intemperie deberá ser fabricado de un material durable y no combustible, y debe ser diseñado e instalado como sigue:
    - 1) no podrá restringir la libre expansión y contracción de la cañería entre soportes o anclajes;
    - 2) deberá ser adecuado a las condiciones de servicio impuestas;
    - 3) los movimientos de la cañería no podrán causar el desprendimiento del soporte.
  - d) Todo soporte en una cañería expuesta a la intemperie que opera a un valor de tensión del 50% o más de su TFME, deberá cumplir con lo siguiente:
    - 1) si es estructural no podrá ser soldado directamente a la cañería;
    - 2) deberá estar constituido por un elemento que circunde completamente a la cañería;
    - 3) si el elemento circundante es soldado directamente al caño, la soldadura deberá ser continua y cubrir la totalidad de la circunferencia.
  - e) Toda cañería bajo tierra conectada a una línea relativamente rígida u otro objeto fijo, deberá tener suficiente flexibilidad para absorber los movimientos posibles, o contar con un anclaje que limite los movimientos de la cañería.
  - f) Excepto para cañerías costa afuera, toda cañería enterrada a la que han sido conectadas nuevas derivaciones, deberá tener una base firme de apoyo para ambas, (colector y derivación) a fin de evitar movimientos verticales y laterales inconvenientes.

## **MATERIAL DE GUIA**

### **1. ACOPLERES A PRESION O TIPO MANGUITO**

Los acoples a presión o con manguitos, utilizados en cañería expuesta deben diseñarse e instalarse de modo tal que la unión lograda soporte el corrimiento longitudinal y las fuerzas de empuje causadas por la contracción o la expansión de la cañería. Si no se toman esas precauciones en la fabricación del empalme, debe proveerse un refuerzo o un zunchado adecuado, pero el diseño no debe interferir el Normal desempeño del empalme ni su adecuado mantenimiento.

### **2. SOLDADURA DE SOPORTES O ANCLAJES AL CAÑO**

Los soportes estructurales y los anclajes pueden soldarse directamente sobre cañerías diseñadas para operar con una tensión circunferencial menor que el 50% de la tensión de fluencia mínima especificada.

Los requisitos de dimensionamiento y resistencia de la soldadura de dichos agregados deberán adecuarse a la norma estructural que es de aplicación.

### **3. NECESIDAD DE ANCLAJES COMO UNA FRICCIÓN RESTRINGIDA DEL SUELO**

Donde hay dudas de la eficacia de la restricción al deslizamiento por la fricción del suelo en el cual la cañería está enterrada, deben diseñarse e instalarse anclajes en curvas o cuellos de cisne.

#### **4. APUNTALAMIENTO EN UNA CURVA**

Si una cañería enterrada es anclada por un soporte en la curva, se debe tomar la precaución de distribuir la carga de modo que la presión transmitida al suelo esté dentro de los límites de seguridad del suelo en cuestión.

#### **5. FUERZA LONGITUDINAL DE ARRANQUE**

Las uniones de cañería enterrada cercana a los puntos donde se originan empujes deben ser diseñadas para resistir las fuerzas de desprendimiento longitudinal. Si esta situación no es contemplada al construir las uniones, se habrá de suministrar adecuado apuntalamiento o zunchado.

#### **6. CONEXIONES DENTRO DE UN RELLENO CONSOLIDADO**

Cuando se hacen aberturas a una cañería existente para conectar nuevas derivaciones dentro de un relleno consolidado, debe cuidarse de proveer a ambos (colector y derivación) de una fundación firme.

### **SECCION 162 - PLANTAS COMPRESORAS**

En todo lo que no esté específicamente establecido en las secciones 163 a 173 y en tanto no haya contradicciones, deberá cumplirse lo indicado en la Norma GE-N1-126.

#### **MATERIAL DE GUIA**

No es necesario.

### **SECCION 163 - PLANTAS COMPRESORAS. DISEÑO Y CONSTRUCCION**

- a) Ubicación de edificios para compresores: Excepto las plantas compresoras ubicadas en plataformas costa afuera, o en aguas navegables internas, cada edificio para planta compresora deberá estar ubicado en una propiedad bajo el control del operador. Deberá estar lo suficientemente alejado de las propiedades adyacentes ajenas al control del operador, a fin de minimizar la posibilidad de que incendios en estructuras colocadas en dicha propiedad se propaguen al edificio de compresores. El edificio de compresores deberá estar rodeado por suficiente espacio abierto de manera que se permita el libre movimiento de los equipos de lucha contra el fuego.
- b) Construcción del edificio. Cada edificio de la planta compresora deberá estar construido con materiales incombustibles siempre que contenga:
  - 1) caño de más de 2" de diámetro que transporta gas bajo presión; o
  - 2) equipo para manipuleo de gas, con excepción de equipos a gas con fines domésticos.
- c) Salidas: Cada piso de trabajo de un edificio principal de compresión deberá tener por lo menos dos salidas separadas y sin obstrucción alguna ubicadas de forma tal de brindar la posibilidad de escape y pasaje libre a un lugar seguro. Cada cerrojo en una salida deberá ser del tipo que pueda abrirse con total rapidez desde adentro y sin llave. Las puertas ubicadas en paredes exteriores deberán montarse para abrir hacia afuera.
- d) Areas cercadas. Cada cerco que rodee una planta compresora deberá tener por lo menos dos portones ubicados de forma de brindar la oportunidad de escapar a un lugar seguro, o alguna otra instalación que brinde oportunidad similar para salir de ese área.

Los portones ubicados dentro de los 61 metros de cualquier edificio de planta compresora deben abrir hacia afuera y, cuando ésta esté ocupada, deberán poder abrirse desde el interior sin una llave.

- e) Instalaciones eléctricas. El equipo y el cableado eléctrico instalados en las plantas compresoras deberán responder al Código Eléctrico Nacional de E.E.U.U. NFPA 70 (ANSI), en la medida en que sea aplicable.

## **MATERIAL DE GUIA**

### **1. CONSTRUCCION DEL EDIFICIO**

Incombustible, aplicado a un material de construcción, significa un material que, por la forma en que se usa, se incluye dentro de uno de los grupos a) a c):

- a) Materiales que no se encenderán en ninguna de sus partes al someterlos al fuego. Ejemplos: fibra de amianto, ladrillo, teja de arcilla, hormigón, vidrio, yeso, hierro, cemento, faja, acero, piedra. No se considerará incombustible dentro de los límites de este párrafo ningún material que libere gas inflamable al ser calentado a una temperatura de hasta 750°C.
- b) Materiales con una base estructural de material incombustible, según definición de a), con un material de revestimiento de no más de 3,2 mm de espesor y cuyo índice de propagación de llama sea de 50 como máximo. Ejemplos: determinados tipos de láminas de acero protegidas, fibra prensada de yeso.
- c) Materiales de la forma y el espesor usados con excepción de lo descrito en a) o b), cuya propagación de llama sea de 25 como máximo sin evidencia de combustión progresiva continua y con una composición tal que las superficies que quedarían expuestas al cortar a través el material en cualquier forma no tendrían un índice de propagación de llama superior a 25 sin evidencia de combustión progresiva continua.

Todo el material sujeto a aumento de combustibilidad o del índice de propagación de llama por efecto de la antigüedad, humedad u otra condición atmosférica, más allá de los límites antes establecidos, no se clasificará como incombustible. El índice de propagación de llama, tal como aquí se utiliza, se refiere a los valores obtenidos de acuerdo con el Método Normalizado de Ensayo para Clasificación de Materiales de Construcción por Riesgo de incendio, de Underwriters Laboratories, Inc., U.L. 723, NFPA 244, ASTM E 84. El índice señala las características de quemado de un material y surge de la comparación con planchas no tratadas de roble rojo tomadas como 100.

Las clasificaciones de peligro de incendio (incluyendo propagación de llama, combustible aportado y humo desarrollado) para diversos materiales de construcción se obtienen en la Guía de Materiales de Construcción, Underwriters Laboratories, Inc. Además los índices de resistencia al fuego para muchos pisos, techos, vigas, columnas y paredes se encuentran en el índice de Resistencia al Fuego, Underwriters Laboratories Inc.

### **2. CLASIFICACION DE UBICACIONES PELIGROSAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS**

Las referencias útiles para la clasificación de ubicaciones peligrosas se definen en el Código Eléctrico Nacional de E.E.U.U., NFPA 70 (ANSI), Artículo 500, y son API RP 500C "Clasificación de Zonas para Instalaciones Eléctricas en Instalaciones de Gasoductos y Oleoductos", párrafo 4.2, y A.G.A. XFO277. "Clasificación de Areas de Servicio Público de Gas para Instalaciones Eléctricas".

### **SECCION 165 - PLANTAS COMPRESORAS. EVACUACION DE LIQUIDOS**

- a) Cuando los vapores arrastrados en el gas pueden licuarse bajo condiciones preestablecidas de presión y temperatura, el compresor deberá ser protegido contra la introducción de esos líquidos en cantidades perjudiciales.
- b) Todo separador usado en una planta compresora para separar líquidos arrastrados deberá:
  - 1) tener medios operables manualmente para la remoción de estos líquidos;

- 2) tener alguno de los siguientes dispositivos cuando el líquido arrastrado pudiese llegar al interior del compresor: instalación automática de descarga de líquidos; dispositivo automático de paralización del compresor; una alarma por alto nivel de líquido; y
- 3) ser fabricado de acuerdo con la sección VIII del Código ASME de Calderas y Recipientes a Presión, excepto los separadores de líquidos construidos de caños y accesorios sin soldaduras internas que deberán ser fabricados con un factor de diseño de 0,4 o menor.

### **MATERIAL DE GUIA**

Los separadores de líquido instalados en cañerías de plantas compresoras para proteger al compresor del ingreso de líquidos en volúmenes perjudiciales deberían estar diseñados de acuerdo con la Sección 165 b) 1), 2) y 3).

Cuando se monten instalaciones para eliminación de líquidos ("barrels", purgadores, sumideros) en un gasoducto fuera de la planta compresora, las mismas habrán de diseñarse como conjuntos fabricados más que como parte de las cañerías de la planta.

### **SECCION 167 - PLANTAS COMPRESORAS. PARADA DE EMERGENCIA**

- a) Excepto las plantas compresoras de campo no atendidas de 736 kW (1000 HP) o menores, toda planta compresora deberá tener un sistema de parada de emergencia que cumpla con lo siguiente:
  - 1) ser capaz de bloquear el gas fuera de la planta y ventear la cañería de la planta;
  - 2) descargar el gas por la cañería de venteo a una zona donde el gas no produzca riesgo;
  - 3) disponer de medios para el paro de los equipos compresores, apagado de gases encendidos, corte de instalaciones eléctricas en la vecindad de caños colectores y en el edificio del compresor, excepto que:
    - i) deben permanecer energizados los circuitos eléctricos que suministren luz de emergencia necesaria para asistir al personal de la planta en la evacuación del edificio de los compresores en la zona vecina a los colectores de gas; y
    - ii) pueden permanecer energizados los circuitos eléctricos necesarios para proteger de daños a los equipos.
  - 4) Ser operable por lo menos desde dos puntos, cada uno de los cuales deberá estar
    - i) fuera de la zona de gas de la planta;
    - ii) próximo a los portones de salida si la planta está cercada, o cerca de las salidas de emergencia si no lo está; y
    - iii) a no más de 150 m de los límites de la planta.
- b) El sistema de parada de emergencia deberá ser diseñado e instalado de manera tal que no funcione en momento indebido y cause una interrupción imprevista en el sistema de distribución, si la planta compresora suministra gas directamente a un sistema de distribución que no cuente con otra fuente de gas.
- c) Sobre una plataforma ubicada costa afuera o en aguas navegables interiores, el sistema de corte de emergencia será diseñado e instalado para actuar automáticamente en cada una de las siguientes circunstancias:

- 1) En el caso de una planta compresora no atendida
  - i) cuando la presión del gas iguale a la presión de operación máxima permitida más un 15%;  
o
  - ii) cuando se produzca un fuego sin control en la plataforma; y
- 2) en el caso de un edificio de una estación compresora
  - i) cuando se produzca un fuego sin control en el edificio; o
  - ii) cuando la concentración de gas en aire llegue al 50% o más del límite inferior de explosión en un edificio que tenga una fuente de ignición.

Para el propósito del párrafo c) 2) ii) de esta sección, una instalación eléctrica que responda a la clase 1, división 1, grupo D del Código Eléctrico Nacional de EE.UU no es una fuente de ignición.

#### **MATERIAL DE GUIA**

Todas las válvulas y controles de emergencia deberán identificarse con carteles. Todas las cañerías de gas a presión se habrán de identificar por carteles o códigos de color de acuerdo con sus funciones.

#### **SECCION 169 - PLANTAS COMPRESORAS. DISPOSITIVOS LIMITADORES DE PRESION**

- a) Toda planta compresora debe tener dispositivos de alivio de presión u otros protectores adecuados de suficiente capacidad y sensibilidad, para asegurar que la presión de operación máxima admisible de la cañería y equipos de la estación no sea excedida en más de un 10%.
- b) Toda línea de venteo que descargue gas desde válvulas de alivio de presión de la planta compresora, deberá extenderse hasta una ubicación donde el gas pueda ser descargado sin peligro.

#### **MATERIAL DE GUIA**

Se deberá instalar un dispositivo de alivio adecuado o de cierre automático del compresor en la cañería de descarga de cada compresor entre el compresor de gas y la primera válvula de bloqueo. La capacidad de alivio del dispositivo de seguridad debería ser igual o mayor que la capacidad del compresor. Si los dispositivos de seguridad en el compresor no impiden la posibilidad de sobrepresurización de la cañería, tal como se especifica en 169 a), se deberán instalar dispositivos adicionales de seguridad en la cañería para impedir dicha situación.

#### **SECCION 171 - PLANTAS COMPRESORAS. EQUIPOS DE SEGURIDAD ADICIONALES**

- a) Toda planta compresora deberá tener instalaciones adecuadas de protección contra incendio. Si las bombas de incendio son parte de estas instalaciones su operación no podrá ser afectada por el sistema de parada de emergencia.
- b) Excepto para motores eléctricos de inducción o sincrónicos, toda máquina motriz de planta compresora, debe contar con un dispositivo automático que detenga la unidad antes que la velocidad de cualquiera de las máquinas, motrices o impulsadas, excedan la velocidad máxima de seguridad.
- c) Toda unidad compresora de una planta deberá contar con un dispositivo de parada o alarma que opere en el caso de una falla de enfriamiento o de lubricación de la unidad.
- d) En plantas compresoras, toda máquina que opere con inyección de gas a presión, deberá ser equipada de manera que en toda parada de la máquina corte automáticamente el combustible y ventee el colector distribuidor de la máquina.

- e) Todo silenciador de una máquina de gas deberá tener ranuras o agujeros en los desviadores de flujo de cada compartimiento para evitar que el gas quede atrapado en el silenciador.

## **MATERIAL DE GUIA**

### **1. LINEAS DE COMBUSTIBLE**

Las líneas de gas combustible dentro de una planta compresora deberán estar equipadas por lo menos con una válvula maestra de cierre, la que debería ubicarse en un punto fuera de la zona o zonas abastecidas, y nunca dentro del edificio.

### **2. SILENCIADORES**

La caja externa de los silenciadores para motores que utilicen gas como combustible deberá diseñarse de acuerdo con una buena práctica de ingeniería y estar construida con materiales dúctiles.

### **3. AIRE DE ARRANQUE**

La presión del aire de arranque, el volumen de almacenamiento y el diámetro de las cañerías de conexión deberían ser los adecuados para girar el motor a la velocidad de arranque y para la cantidad de revoluciones necesarias para purgar el gas combustible de los cilindros de potencia y del silenciador. Podrán usarse las recomendaciones del fabricante del motor como guía para determinar estos factores. Se deberá considerar la cantidad de motores instalados y la posibilidad de que varios de ellos deban arrancar dentro de un corto plazo.

También se deberá tener en cuenta el uso de una válvula de retención en la línea de aire de arranque cerca de cada motor a fin de impedir el reflujó del combustible del motor en el sistema de cañerías de aire; una válvula de retención en la principal línea de aire en el lado de salida inmediato del/los tanque/s de aire, o, como alternativa, lubricantes resistentes al fuego o compresores no lubricados en el sistema de aire; y un equipo para refrigeración de aire entre el compresor de aire de arranque y los tanques de almacenamiento de aire para eliminar humedad y aceite arrastrado.

## **SECCION 173 - PLANTAS COMPRESORAS. VENTILACION**

Todo edificio de planta compresora deberá ser ventilado a fin de evitar la acumulación de gas en oficinas, sumideros, trincheras, fosos u otros lugares cerrados, que ponga en peligro la seguridad del personal.

## **MATERIAL DE GUIA**

Las siguientes son pautas para la ventilación de pérdidas de gas en los edificios de plantas compresoras que se produzcan durante condiciones operativas normales o bien en condiciones anormales tales como sopladuras de empaquetaduras o fugas en prensaestopas.

### **1. GENERALIDADES**

- a) La ventilación de los edificios puede ser por convección natural o asistida por ventiladores. Si la ventilación se provee con ventiladores accionados eléctricamente, el suministro de energía deberá permanecer activo incluso ante un bloqueo de emergencia de las cañerías de gas. (Ver Sección 163 e) y 167, con respecto a equipo y cableado eléctrico).
- b) Se habrá de considerar también la instalación de sistemas de detección de gas para gases inflamables o tóxicos en edificios para compresores, diseñados para hacer accionar la alarma en niveles predeterminados. Dichos sistemas pueden activar los sistemas de bloqueo/venteo del compresor o los controles de las bocas de ventilación.

## 2. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

- a) En el diseño de un sistema de ventilación; algunas de las consideraciones son:
- 1) Calidad del gas que se comprime ("dulce" o "ácido").
  - 2) Número deseado de cambios de aire en la sala por unidad de tiempo.
  - 3) Diferencial de temperatura entre el suelo y los ventiladores de las cumbreras.
  - 4) Uso de aberturas de ventilación en forma manual o motorizada; (si son motorizadas: ¿Estarán los controles del sistema de ventilación enlazados con el sistema de detección de gas? y, ¿Ante una pérdida de energía las bocas de ventilación permanecerán abiertas (falla abierto)?).
- b) El sistema de ventilación deberá diseñarse para mantener el porcentaje de gas en la atmósfera del edificio en un margen aceptable por debajo del Límite Explosivo Inferior (LEL).
- Si el caudal de gas contiene contaminantes tóxicos, se habrán de considerar pautas especiales, tales como el Valor Umbral Límite (TLV). para dichos contaminantes J en el diseño del sistema de ventilación.
- c) A fin de diseñar una ventilación adecuada, se sugiere ubicar aberturas para el ingreso de aire fresco de tamaño adecuado lo más cerca posible del piso del edificio, y los escapes de venteos lo más alto posible. Para eliminar la posibilidad de zonas no ventiladas, los ingresos de aire fresco se distribuirán de la manera más uniforme posible alrededor del edificio. Habrá de considerarse cuidadosamente la ubicación de salidas de ventilación (tales como ventilación total de cumbreras cuando se utilice un sistema de convección de aire natural). Evitar el reingreso de aire expulsado descargándolo lo más alto posible y asegurando que ninguna ventana, fuera de la toma de aire, u otra abertura similar, se encuentre en la corriente de escape de ventiladores.
- d) Si el edificio de compresores no está equipado con un sistema de detección de gas, se deberá asegurar que el sistema de bocas de ventilación permanezca abierto en todo momento cuando se presuricen los compresores. En un sistema motorizado de bocas de ventilación, el mismo deberá contar con un enclavamiento entre el control de bocas y los controles secuenciales de las válvulas de presurización o de manifolds. En los sistemas manuales, se podrán establecer procedimientos operativos que exijan abrir las bocas siempre que se presurice los compresores.
- e) Los edificios, con excepción de las oficinas, ubicadas en climas templados o tropicales adecuadamente ventilados para la disipación del calor no requieren por lo general ventilación adicional para la dilución del gas.
- f) Se podrán obtener detalles adicionales sobre prácticas de ventilación en la Sociedad Estadounidense de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado, Inc. (ASHRAE), y en la Comisión sobre Ventilación Industrial de la Conferencia Estadounidense de Higienistas Industriales del Gobierno.

## SECCION 175 - RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO TIPO CAÑO Y TIPO BOTELLA

- a) Todo recipiente tipo caño o tipo botella deberá ser diseñado de manera de evitar la acumulación de líquido en el recipiente, en los caños de conexión o en equipos auxiliares, que podrían causar corrosión o interferir con la operación segura del mismo.
- b) Todo recipiente tipo caño o tipo botella deberá guardar una separación mínima con respecto a otro recipiente, de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$C = \frac{42,65 \cdot D \times P \times F}{1000}$$

en la cual:

- C = Mínimo espacio libre entre recipiente tipo caño o botella en cm.
- D = Diámetro exterior de recipiente tipo caño o botella en cm.
- P = Presión máxima admisible de operación en bar.
- F = Factor de diseño como está indicado en la sección 111 de esta Norma.

### MATERIAL DE GUIA

La definición de caño en el punto 3 de la Norma incluye los recipientes tipo caño. En consecuencia, todos los requisitos aplicables a los caños se aplican también a dichos recipientes.

La definición de cañería en el punto 3, incluye los recipientes de almacenaje. En consecuencia, todos los requisitos aplicables a las cañerías se aplican también a los recipientes de almacenaje tipo caño o tipo botella.

Para la definición de "botella", ver el Material de Guía de la Sección 3.

Para la definición de "envase tipo botella", ver el Material de Guía de la Sección 3.

Para la definición de "recipiente de caño", ver el Material de Guía de la Sección 3.

Para la definición de "envase tipo caño", ver el Material de Guía de la Sección 3.

### SECCION 177 - DISPOSICIONES ADICIONALES PARA RECIPIENTE TIPO BOTELLA

a) Todo recipiente tipo botella deberá estar:

- 1) Ubicado en un lugar de almacenaje enteramente rodeado por cerco para impedir el acceso de personas no autorizadas y con un mínimo espacio libre desde el cerco como se indica:

PRESION MAXIMA ADMISIBLE DE OPERACION	ESPACIO LIBRE MINIMO
menos de 70 kg/cm <sup>2</sup> (1000 psi) 70 kg/cm <sup>2</sup> o más	7,62 m (25 pies) 30,50 m (100 pies)

- 2) Diseñado utilizando los factores de cálculo indicados en la sección 111.

- 3) Enterrado con una tapada mínima de acuerdo con la sección 327.

b) Todo recipiente tipo garrafa fabricado de acero que no sea soldable en campaña deberá cumplir con lo siguiente:

- 1) Si es de acero aleado, deberá cumplir con las exigencias químicas y de tensión requeridas para los diferentes grados de acero en la Norma ASTM A 372.
- 2) La relación real de tensiones fluencia-rotura del acero no podrá exceder de 0,85.
- 3) No realizarse soldaduras en el recipiente después de haber sido sometido a tratamiento térmico o alivio de tensiones, excepto el alambre de cobre para protección catódica, que

puede ser unido a la porción de menor diámetro del extremo cerrado del recipiente, mediante un proceso de soldadura aluminotérmica.

- 4) Deberá soportar una prueba hidrostática en fábrica a una presión que produzca una tensión circunferencial por lo menos igual al 85% de la TFME.
- 5) Ser probado a la hermeticidad después de instalados con los caños de conexión y componentes, como es requerido por la parte J de esta Norma.

#### **MATERIAL DE GUIA**

Para la definición de recipiente o envase tipo botella, ver el material de guía de las Secciones 175 y 3.

#### **SECCION 179 - VALVULAS EN LINEAS DE TRANSMISION**

- a) Toda línea de transmisión, que no sea tramo de cañería submarina, deberá tener válvulas de bloqueo, operadas manual o automáticamente, espaciadas como sigue:
  - 1) Cualquier punto de la cañería en Clase 4 de trazado deberá estar dentro de los 4 km de distancia de una válvula.
  - 2) Cualquier punto de la cañería en Clase 3 de trazado deberá estar dentro de los 6,5 km de distancia de una válvula.
  - 3) Cualquier punto de la cañería en Clase 2 de trazado deberá estar dentro de los 12 km de distancia de una válvula.
  - 4) Cualquier punto de la cañería en Clase 1 de trazado deberá estar dentro de los 16 km de distancia de una válvula.
- b) Cada válvula de bloqueo que seccione una línea de transmisión, que no sea un tramo submarino, deberá cumplir con lo siguiente:
  - 1) La válvula y su dispositivo de operación de cierre o apertura deberán ser fácilmente accesibles y estar protegidos contra intrusos y probables daños.
  - 2) La válvula deberá estar soportada para prevenir asentamientos de la misma o movimientos de la cañería a la cual está unida.
- c) Cada sección entre válvulas de una línea de transmisión, que no sea un tramo submarino, deberá tener válvulas de venteo con suficiente capacidad como para permitir a la línea ser despresurizada con la mayor rapidez posible. Toda descarga de venteo debe ser ubicada de forma tal que el gas sea purgado a la atmósfera sin peligro y en caso de que la cañería de transmisión se halle próxima a una línea eléctrica aérea, debe hacerse de manera que el gas sea dirigido lejos de los conductores eléctricos.
- d) Los tramos submarinos de las líneas de transmisión deberán estar equipados con válvulas u otros componentes para cortar en una emergencia el flujo de gas hacia una plataforma ubicada costa afuera.

#### **MATERIAL DE GUIA**

Cuando la distancia entre válvulas en un segmento combinado costa afuera-tierra firme de un gasoducto nuevo supera los requisitos de separación de válvula para gasoductos en superficie, se deberá considerar la instalación de una válvula de seccionamiento en la ubicación más cercana posible a la unión de tierra del tramo de cañería.

## **SECCION 181 - VALVULAS EN LINEAS DE DISTRIBUCION**

- a) Todo sistema de distribución de alta presión deberá tener válvulas espaciadas de manera de reducir el tiempo para bloquear una sección de cañería principal en una emergencia. El espaciamiento de las válvulas está determinado por la presión de operación, diámetro de la cañería principal y las condiciones físicas locales.
- b) Toda estación reguladora que controle el flujo o presión de gas en un sistema de distribución, deberá tener una válvula instalada en la cañería de entrada y otra en la de salida a una distancia de la estación reguladora suficiente como para permitir la operación de la válvula durante una emergencia que impidiera el acceso a la estación.
- c) Toda válvula en una cañería principal instalada para fines de operación o emergencia, deberá cumplir con lo siguiente:
  - 1) Estar ubicada en una zona rápidamente accesible, de manera de facilitar su operación en una emergencia;
  - 2) El vástago o mecanismo de operación deberá ser fácilmente accesible;
  - 3) Si se halla instalada dentro de una cámara enterrada o recinto cubierto, el elemento que la aloje deberá estar instalado de modo de evitar la transmisión de cargas externas a la cañería principal.

### **MATERIAL DE GUIA**

#### **1. VALVULAS DE REDES DE DISTRIBUCION DE ALTA PRESION**

##### **1.1 Características físicas**

Se deberán considerar las siguientes características físicas al establecer la ubicación de las válvulas en un sistema de distribución de alta presión:

- a) Dimensiones de la zona a aislar
- b) Rasgos topográficos (tales como ríos, autopistas y ferrocarriles).
- c) Cantidad de válvulas necesarias para aislar la zona.

##### **1.2 Características operativas**

Se deberán considerar las siguientes características operativas al establecer la ubicación de las válvulas en un sistema de distribución de alta presión:

- a) Cantidad de clientes y clientes tales como hospitales, escuelas y consumidores comerciales e industriales que se verían afectados.
- b) Tiempo requerido para que el personal disponible lleve a cabo los procedimientos de aislación.
- c) Tiempo requerido para controlar la presión en la zona aislada mediante venteo y transferencia de gas a sistemas contiguos.
- d) Tiempo requerido para que el personal disponible restituya el servicio al usuario.

## **2. AISLACION DE LA PLANTA REGULADORA**

La Sección 181 b) detalla los requisitos para una valuación en las cañerías de entrada y salida. Cuando un sistema de distribución se abastece con más de una planta reguladora, o cuando se prevé que el sistema creará una significativa retroalimentación, se deberá considerar aislar las plantas de la misma durante una emergencia, lo que se hará de una de las siguientes formas:

- a) Instalación de una válvula en la cañería de salida de la planta (si no está instalada).
- b) Utilización de válvulas en el sistema de distribución para impedir una retroalimentación en la planta.
- c) Desarrollo de un procedimiento para bloquear todas las plantas que abastecen el sistema.

## **SECCION 182 - CAMARAS**

En todo lo que no está específicamente establecido en las secciones 183/189, y mientras no resulte contradictorio, deberá cumplirse lo indicado en la GE-N1-148 "Norma de condiciones de seguridad para la ubicación e instalación de estaciones de separación y medición, y estaciones reductoras de presión".

### **MATERIAL DE GUIA**

No es necesario.

## **SECCION 183 - CAMARAS. REQUISITOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL**

- a) Toda cámara subterránea o foso para válvulas, estaciones reguladores, de alivio o limitadores de presión, deberá ser apta para proteger el equipo instalado soportando las cargas que pudieran ser impuestas sobre ella.
- b) Deberá contar con suficiente espacio de trabajo de manera que el equipo requerido en la cámara o foso, pueda ser debidamente instalado, operado y mantenido; así como el espacio y los elementos necesarios para asegurar un fácil y rápido egreso o salvataje.
- c) Todo caño de entrada, los que están dentro, y los de salida de cámara o fosas, deberán ser de acero, exceptuando los caños de control y registro que podrán ser de cobre. En lo casos en que la cañería se extienda a través de la estructura de la cámara o del foso, deberá impedirse el pasaje de gases o líquidos a través de la abertura y evitarse deformaciones en la cañería.

### **MATERIAL DE GUIA**

#### **1. SOPORTES**

El equipo y las cañerías en cámaras y pozos deberían estar adecuadamente soportadas por apoyos de metal, mampostería u hormigón. Las cañerías de control se ubicarán y soportarán de modo de reducir al mínimo su exposición a los daños.

#### **2. ABERTURAS**

##### **2.1 Ubicación**

- a) Las aberturas de cámaras o pozos se ubicarán de manera de reducir el peligro de que las herramientas u otros objetos caigan sobre el regulador, cañerías o demás equipos. Las cañerías de control y las piezas de servicio del equipo instalado no deberán ubicarse debajo de una abertura a menos que

dichas piezas estén adecuadamente protegidas para que los operarios no las pisen.

- b) Al diseñar la cámara o pozo para proteger el equipo instalado, se deberán considerar los incidentes que puedan hacer que partes del techo o tapa caigan en la cámara.

## **2.2 Tapas**

Se deberá instalar una tapa circular o adaptarse otras medidas adecuadas si la abertura de la cámara o pozo se encuentra sobre equipo que podría dañarse por la caída de la tapa.

## **3. CONSIDERACIONES PARA MINIMIZAR DAÑOS PROVOCADOS POR FUERZAS EXTERNAS**

Ver Apéndice G-13 del Material de Guía.

### **SECCION 185 - CAMARAS. ACCESIBILIDAD**

Toda cámara deberá ser ubicada en una zona accesible y tan lejos como sea posible de:

- a) intersección de calles o puntos donde el tránsito sea pesado o denso;
- b) puntos de mínima elevación, bocas de tormenta o lugares donde la tapa de acceso podría estar en el curso de aguas de superficie; y
- c) instalaciones de agua, electricidad, vapor u otras.

### **MATERIAL DE GUIA**

No es necesario.

### **SECCION 187 - CAMARAS. SELLADO. VENTEO Y VENTILACION**

Toda cámara subterránea o foso cubierto que contenga tanto una estación reguladora o reductora de presión como una estación limitadora o de alivio de presión, deberá ser sellada, venteada o ventilada como sigue:

- a) Cuando el volumen interno exceda de  $6 \text{ m}^3$ .
  - 1) La cámara o foso deberá ser ventilada con dos conductos, teniendo cada uno por lo menos el efecto de ventilación de un caño de 100 mm de diámetro nominal.
  - 2) La ventilación deberá ser suficiente para reducir al mínimo la formación de una atmósfera combustible en la cámara o foso; y
  - 3) los conductos deberán sobresalir lo suficiente sobre el nivel del terreno como para dispersar cualquier mezcla gas-aire que pudiera ser necesario evacuar.
- b) Cuando el volumen interno sea mayor de  $2 \text{ m}^3$  y menor de  $6 \text{ m}^3$ .
  - 1) Si la cámara o foso es sellada, toda abertura deberá contar con una tapa que ajuste herméticamente y sin orificios abiertos por donde podría inflamarse una mezcla explosiva, y deberá poseer medios para poder probar la atmósfera interior antes de retirar la tapa;
  - 2) Si la cámara o foso es venteada, deberá contar con medios para prevenir que fuentes

externas de ignición alcancen la atmósfera de la cámara; o

- 3) Sí la cámara o foso está ventilada, se aplicarán los párrafos (a) o (c) de esta sección.
- c) Si las cámaras o fosos comprendidos en el párrafo (b) de esta sección están ventiladas por medio de aberturas en las tapas o rejillas y la relación de volumen interno en metros cúbicos, y el área efectiva de ventilación de la tapa o rejillas en metros cuadrados, es menor que 20 a 1, no se requiere ventilación adicional.

#### **MATERIAL DE GUIA**

#### **DUCTOS**

Cuando se usen ductos, el extremo de salida de los mismos deberá estar equipado con un accesorio o respiradero hermético adecuado diseñado para impedir que materias externas ingresen en el ducto o lo obstruyan. La superficie efectiva de las aberturas de dichos accesorios o respiraderos deberá ser por lo menos igual a la superficie transversal de un ducto de 100 mm. El tramo horizontal de los ductos deberá ser tan corto como resulte práctico, e inclinado, para evitar la acumulación de líquidos. La cantidad de curvas y cuellos de cisne deberá reducirse al mínimo e incorporarse medidas que faciliten una limpieza periódica. Cuando se empleen dos ductos, puede resultar deseable ubicar un venteo interno más elevado que el otro para mejor ventilación.

#### **SECCION 189 - CAMARAS. DRENAJE E IMPERMEABILIZACION**

- a) Toda cámara deberá ser diseñada para reducir al mínimo la entrada de agua.
- b) Toda cámara que contenga cañería de gas no podrá ser conectada mediante una conexión de drenaje a cualquier otra estructura subterránea.
- c) Todo equipo eléctrico instalado en cámaras de gas deberá cumplir con los requerimientos aplicables a la Clase 1 DIVISION 1 Grupo D del Código Eléctrico Nacional de E.E.U.U., Norma ANSI C1.

#### **MATERIAL DE GUIA**

El equipo instalado en las cámaras deberá diseñarse a fin de continuar operando de manera segura en caso de quedar sumergido.

#### **SECCION 191 - PRESION DE DISEÑO DE ACCESORIOS PLASTICOS**

- a) Los accesorios termofraguados para tubería plástica, deberán conformar las normas y especificaciones de fabricación aceptadas.
- b) Los accesorios termoplásticos para tubería plástica, deberán conformar las normas y especificaciones de fabricación aceptadas.

#### **MATERIAL DE GUIA**

Ver Apéndice G-1.

## **SECCION 193 - INSTALACION DE VALVULAS EN TUBOS PLASTICOS**

Toda válvula instalada en tubería plástica deberá ser diseñada de manera de proteger el material plástico contra cargas excesivas torsionales o de corte cuando sea accionada, y de cualquier otro esfuerzo secundario que podría ser ejercido a través de la válvula o de su recinto. (Ver Norma GE-N1-136 Apéndice G).

### **MATERIAL DE GUIA**

#### **1. CARGAS IMPUESTAS POR OPERACION DE VALVULA**

Los métodos comunes para impedir deformaciones excesivas en tubo plástico en instalaciones de válvula, incluyen los siguientes:

- a) Uso de una válvula con bajo momento torsor operativo.
- b) Anclaje del cuerpo de la válvula para resistir deformaciones por torsión.
- c) Hacer la transición de plástico a metal a determinada distancia de la válvula. Las piezas de transición de aproximadamente 60 cm de longitud por lo general brindarán suficiente estabilidad. Sin embargo, cada instalación debería estar diseñada para impedir deformación excesiva en el tubo plástico.
- d) Uso de caño camisa rígido sujeto a la válvula. Las camisas de aproximadamente 60 cm de longitud por lo general brindarán suficiente estabilidad. Sin embargo, cada instalación debería estar diseñada para impedir excesiva deformación en el tubo plástico.
- e) Uso de manguitos de caño metálico conectado rígidamente a la válvula y encamisado del plástico. La longitud de la camisa se determinará según d). Este método es efectivo con tubo de diámetro pequeño en válvulas bajo la acera.

#### **2. TENSIONES SECUNDARIAS**

##### **2.1 Transiciones metal-plástico**

Toda transición de tubo plástico a metal o a un tramo más rígido de tubo plástico deberá estar soportada por suelo bien compactado o no perturbado, mediante apuntalamiento o encamisado.

##### **2.2 Recintos de válvulas**

Cuando se usen cajas de veredas u otros recintos, los mismos no deberán ser soportados por el tubo plástico y, bajo ningún concepto, impondrán tensiones secundarias al mismo.

##### **2.3 Caño bobinado**

Las válvulas instaladas en tuberías termoplásticas que hubieran estado bobinadas deberán estar adecuadamente restringidas para impedir la rotación que pudiera producirse.

## **SECCION 195 - PROTECCION CONTRA SOBREPRESION ACCIDENTAL**

### **a) REQUISITOS GENERALES**

Excepto lo previsto en la sección 197, toda cañería que está conectada a una fuente de gas de modo que la presión máxima admisible de operación pueda ser excedida a causa de una falla de control de la presión o cualquier otro tipo de falla, deberá tener dispositivos de alivio o de limitación de presión

que satisfagan los requerimientos de las secciones 199 y 201.

## **b) REQUISITOS ADICIONALES PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCION**

Todo sistema de distribución alimentado desde una fuente de gas que está a presión mayor que la máxima admisible de operación del sistema deberá:

- 1) tener dispositivos reguladores de presión capaces de satisfacer la presión, caudal y otras condiciones de servicio que se presentarán durante la operación normal, y que pudieran ser activados por fallas eventuales de alguna parte del sistema; y
- 2) ser diseñados de manera de impedir una sobre presión accidental.

## **MATERIAL DE GUIA**

### **1. GENERALIDADES**

1.1 Consideraciones sobre régimen de presión de entrada y salida. La selección de regímenes de presión de entrada y salida del equipo de control de gas (como reguladores y válvulas de control) deberán incluir las siguientes consideraciones:

- a) Máxima presión de entrada a la cual funcionará el regulador de acuerdo con las especificaciones del fabricante.
- b) Máxima presión a la cual puede someterse la entrada, bajo condiciones anormales, sin causar daño al regulador.
- c) Máxima presión de salida a la cual puede funcionar el regulador de acuerdo con las especificaciones del fabricante.
- d) Máxima presión a la cual puede someterse la salida bajo condiciones anormales sin causar daño a las piezas internas del regulador.
- e) Máxima presión de salida que los componentes a presión pueden contener de manera segura (tales como cajas de diafragmas, actuadores, pilotos y líneas de control).
- f) No se deberán cambiar o modificar resortes, orificios u otras piezas sin reevaluar los factores precedentes.

### **1.2 Prevención de sobrepresurización de componentes a la presión de aguas abajo**

Los métodos reconocidos para impedir la sobrepresurización de los componentes que soportan presión aguas abajo en equipos de control de gas incluyen lo siguiente:

- a) Selección del equipo elegido para soportar presión de entrada en el lado aguas abajo. Esto es particularmente importante si el equipo emplea sensores internos y el caño adyacente aguas abajo no está protegido de otra forma.
- b) Conexión de la línea de control o sensores al sistema de presión aguas abajo cuando se suministra protección de sobrepresión.
- c) Protección de los componentes con presión aguas abajo instalando una válvula de alivio, un regulador, una válvula de contrapresión u otro dispositivo adecuado en la línea de control o detección.

## **2. PROTECCION DE SOBREPRESION**

2.1 Instalaciones que podrían en ocasiones ser herméticas:

Los dispositivos adecuados de protección para impedir la sobrepresurización de las instalaciones que podrían

en ocasiones ser herméticas incluyen lo siguiente:

- a) Válvulas de seguridad a resorte que cumplan con las disposiciones del Código ASME para Calderas y Recipientes de Presión, Sección VIII, División 1.
- b) Reguladores de contrapresión con piloto utilizados con válvulas de alivio diseñados de modo que la falla de las líneas de control haga abrir el regulador.
- c) Discos de seguridad del tipo que se ajuste a las disposiciones del Código ASME para Calderas y Recipientes de Presión, Sección VIII, División 1.

## **2.2 Sistemas de distribución de alta presión**

Los dispositivos adecuados para impedir la sobrepresurización de los sistemas de distribución de alta presión incluyen lo siguiente:

- a) Válvulas de seguridad a resorte que cumplan con las disposiciones del Código ASME para Calderas y Recipientes a Presión, Sección VIII, División 1.
- b) Válvulas de seguridad de peso muerto.
- c) Un regulador de monitoreo instalado en serie con el regulador primario.
- d) Un regulador en serie programado para limitar continuamente la presión en la entrada del regulador primario como máximo hasta la máxima presión de trabajo admisible del sistema de distribución.
- e) Un dispositivo automático de bloqueo instalado en serie con el regulador primario. El dispositivo automático deberá programarse para bloquear cuando la presión del sistema de distribución alcance un límite especificado que no supere la máxima presión de trabajo admisible. Puesto que este dispositivo permanece cerrado hasta ser rehabilitado manualmente, no debería ser usado cuando pudiera provocar una interrupción en el servicio a una considerable cantidad de clientes.
- f) Reguladores de contrapresión accionados a piloto que se usan como válvulas de alivio y están diseñados de modo tal que la falla de las líneas de control abra el regulador.
- g) Válvulas de seguridad de diafragma a resorte.

## **2.3 Sistemas de distribución de baja presión**

Los dispositivos de protección adecuados que impiden la sobrepresurización de los sistemas de distribución de baja presión incluyen lo siguiente:

- a) Un dispositivo de seguridad obturado hidráulicamente que pueda programarse para abrir precisamente y según la presión deseada.
- b) Ver 2.2 b).
- c) Ver 2.2 c).
- d) Ver 2.2 d).
- e) Ver 2.2 e).
- f) Ver 2.2 f).

## SECCION 197 - CONTROL DE PRESION DEL GAS TRANSFERIDO DESDE SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE ALTA PRESION

- a) En sistemas de distribución donde la presión máxima de operación sea menor de o igual a 4 bar, no es necesario otro tipo de dispositivo limitador de presión, si se emplea un regulador de servicio de las siguientes características:
- 1) que sea capaz de reducir la presión de distribución de la línea a la presión recomendada para artefactos de casa de familia;
  - 2) que posea válvula de asiento simple con orificio apropiado para la presión máxima del gas a la entrada del regulador;
  - 3) que posea asiento de válvula de material elástico diseñado para resistir la abrasión e impurezas en el gas, cierre (corte) de la válvula, y para resistir deformaciones permanentes cuando esté presionado contra el orificio de la misma;
  - 4) que las conexiones de la cañería al regulador no excedan de 51 mm de diámetro;
  - 5) que bajo condiciones normales de operación, sea capaz de regular la presión aguas abajo dentro de los límites de precisión necesarios y limitar el aumento de presión por falta de consumo, para evitar una presión que podría causar una operación insegura de cualquier equipo conectado y correctamente ajustado que utilice gas;
  - 6) ser autónomo, sin ninguna línea estática o de control externas.
- b) Si la presión máxima real de operación del sistema de distribución es de 4 bar o menos y se utiliza un regulador de servicio que no tenga todas las características indicadas en el párrafo (a) de esta sección, o si el gas contiene materiales que interfieren seriamente con la operación del regulador de servicio, deberá contarse con dispositivos protectores adecuados para prevenir sobre presiones peligrosas en los artefactos de los clientes por falla del regulador de servicio.
- c) Si la presión máxima real de operación del sistema de distribución excede de 4 bar deberá usarse uno de los métodos siguientes para regular y limitar al valor máximo de seguridad, la presión del gas suministrado al cliente.
- 1) Disponer un regulador de servicio que reúna las características indicadas en el párrafo (a) de esta sección y otro regulador ubicado aguas arriba de aquél. El regulador ubicado aguas arriba no podrá ser ajustado a una presión mayor de 4 bar. Deberá instalarse un dispositivo entre el regulador de aguas arriba y el regulador de servicio que limite la presión de entrada del regulador de servicio a 4 bar o menor, en caso de que el regulador de aguas arriba deje de funcionar correctamente. Este dispositivo podrá ser una válvula de alivio, o un cierre automático que bloquee, si la presión en la entrada del regulador de servicio excede la presión fijada de 4 bar o menor, y permanezca cerrado hasta que se reactive manualmente.
  - 2) Instalar un regulador de servicio y un regulador controlador, calibrado para limitar a un valor máximo de seguridad la presión del gas entregado al consumidor.
  - 3) Un regulador de servicio con una válvula de alivio con venteo a la atmósfera exterior, calibrada para abrir al exceder el valor máximo de seguridad de la presión de gas entregada al consumidor. La válvula de alivio podrá indistintamente estar construida dentro del regulador de servicio o podrá constituir una unidad separada, instalada aguas abajo del regulador de servicio. Esta combinación podrá ser usada sola, únicamente en aquellos casos donde la presión de entrada al regulador de servicio no exceda del rango de presión de seguridad de trabajo dado por el fabricante y no podrá utilizarse donde la presión de entrada del regulador de servicio sea mayor de 8 bar. Para presiones de entrada mayores deberán utilizarse los métodos de los subpárrafos (1) o (2) de este párrafo.
  - 4) Disponer un regulador de servicio y un dispositivo automático de cierre que corte el flujo ante un incremento en la presión aguas abajo del regulador y permanezca cerrado hasta que se reactive manualmente.

## MATERIAL DE GUIA

Los dispositivos de protección admisibles para prevenir sobrepresiones en los artefactos de los clientes, como resultado de una falla en el regulador del servicio, incluyen lo siguiente, con los condicionamientos descritos en 197 b).

- a) Un regulador controlador.
- b) Una válvula de alivio.
- c) Un dispositivo automático de bloqueo.

Estos dispositivos pueden ser instalados como una parte integrante del regulador de servicio o como una unidad separada.

## SECCION 199 - REQUISITOS PARA EL DISEÑO DE DISPOSITIVOS DE ALIVIO Y LIMITACION DE PRESION

Excepto para discos de ruptura, todo dispositivo de alivio o limitación de presión deberá:

- a) ser construido de materiales tales que la operación del dispositivo no sea afectada por corrosión;
- b) tener válvulas y asientos de éstas, que estén diseñados para no atascarse en una posición que podría hacer inoperante el dispositivo;
- c) ser diseñado e instalado de manera que pueda verificarse fácilmente que la válvula no está obstruida, que pueda ser ensayado a la presión a la cual debe actuar, y que pueda probarse su hermeticidad estando en posición cerrado;
- d) tener soportes de material incombustible;
- e) tener tubos de descarga, venteos, u orificios de salida diseñados para prevenir acumulación de agua, hielo, o nieve y ubicados donde el gas pueda ser descargado a la atmósfera sin riesgos indebidos;
- f) ser diseñados e instalados de tal forma que el tamaño de las aberturas, caños y accesorios ubicados entre el sistema a ser protegido y el dispositivo de alivio de presión, y el diámetro de la línea de venteo, sean adecuados para evitar el martilleo de la válvula y la alteración de la capacidad de alivio;
- g) cuando esté instalado en una estación reguladora de distrito a fin de proteger contra sobrepresión un sistema de cañerías, ser diseñado e instalado para impedir que cualquier accidente, como podría ser una explosión en una cámara o el choque de un vehículo, afecte la operación de ambos dispositivos (protector y regulador);
- h) ser diseñado para evitar operaciones no autorizadas de cualquier válvula de bloqueo que haga inoperante la válvula de alivio o el dispositivo limitador de presión, con excepción de la válvula que aísla el sistema bajo protección, de su fuente de abastecimiento.

## MATERIAL DE GUIA

### 1 DISCOS DE RUPTURA

Los discos de ruptura deberían cumplir con los requisitos de diseño descritos en el Código ASME para Calderas y Recipientes a Presión, Sección VIII, División 1.

## **2. LINEAS DE CONTROL**

Se deberán proteger todas las líneas de control de la caída de objetos, excavaciones u otras causas previsibles de daño. Se las diseñará e instalará a fin de que el daño sufrido por una línea de control cualquiera no torne inoperante tanto al regulador de distrito como el dispositivo contra la sobrepresión.

## **3. INCIDENTES**

### **3.1 Generalidades**

En el cumplimiento de 199 g), el operador habrá de evaluar cada planta reguladora de distrito con respecto al tipo y grado de los riesgos previsibles. Diferentes ubicaciones podrán sugerir la necesidad de consideraciones individuales de diseño a instalación en cada planta.

### **3.2 Ejemplos**

Entre los incidentes a considerar en el diseño de una planta reguladora de distrito se incluyen los siguientes:

- a) Explosiones o incendio en la cámara.
- b) Daños provocados por vehículos.
- c) Daños provocados por equipos excavadores.
- d) Efectos climáticos y ambientales.
- e) Los que resulten de la selección del emplazamiento con respecto a operaciones de aeropuerto y ferrocarril.

### **3.3 Protección**

Las consideraciones de diseño e instalación incluyen:

#### **a) Generalidades**

- 1) Protección para chimeneas de válvulas de alivio.
- 2) Selección del tipo de protección por sobrepresión.
- 3) Evaluación de la necesidad de protección redundante.

#### **b) Cámaras**

- 1) Uso de una única cámara, cámara doble o cámaras separadas por una distancia apropiada.
- 2) Diseño estructural. (Ver Material de Guía en la Sección 183).

#### **c) Instalaciones en superficie**

- 1) Ubicación en propiedad bajo el control del operador.
- 2) Espacio alrededor del/os edificio/s para el movimiento libre de los equipos de lucha contra el fuego.
- 3) Uso de un edificio de un ambiente, de dos ambientes o edificios separados por una distancia adecuada.

- 4) Uso de edificios ventilados hechos de material incombustible. El techo y las paredes laterales deberán poder aliviar la fuerza de una explosión.
- 5) Uso de postes, barandas y barricadas.

#### **4. SEGURIDAD: (Ver Sección 199 h)**

Los métodos recomendados para cumplir con la Sección 199 h) de las reglamentaciones incluyen lo siguiente:

- a) Asegurar en la posición adecuada válvulas subordinadas a una de seguridad que pudieran tornar inoperante dicha válvula, o bien, válvulas que podrían tornar ineficaces los dispositivos de regulación o limitación de la presión (como válvulas de derivación o de línea de control). El personal autorizado deberá estar presente durante todo el período en que las válvulas estén en una posición que no sea la adecuada. Antes de partir, dicho personal deberá asegurarse de que las válvulas queden en la posición correcta y adecuadamente protegidas de operaciones no autorizadas.
- b) Instalar válvulas de seguridad duplicadas, cada una de las cuales con capacidad adecuada para proteger al sistema. Se deberían instalar válvulas de seccionamiento o de tres vías de manera de que sea mecánicamente imposible que más de un dispositivo de seguridad no funcione a la vez.

#### **5. OTRAS CONSIDERACIONES PARA MINIMIZAR DAÑOS PROVOCADOS POR FUERZAS EXTERNAS**

Ver Apéndice G-13 del Material de Guía.

Ver Norma GE-N1-148 (Apéndice G-1).

#### **SECCION 201 - CAPACIDAD REQUERIDA DE LAS ESTACIONES DE ALIVIO Y LIMITADORAS DE PRESION**

- a) Toda estación de alivio o limitadora de presión o grupos de ellas instaladas para proteger una cañería, deberán tener suficiente capacidad y hallarse calibradas para operar asegurando lo siguiente:
  - 1) en un sistema de distribución de baja presión, la presión no deberá causar la operación insegura de ningún equipo que utilice gas conectado y ajustado adecuadamente;
  - 2) en un sistema de distribución que no sea de baja presión:
    - i) si la presión máxima admisible de operación es de 4 bar o mayor, la presión no podrá exceder más del 10% a la máxima admisible de operación o la presión que produce una tensión circunferencial del 75% de la TFME, de éstas la que sea más baja;
    - ii) si la presión máxima admisible de operación es de 0,8 bar o mayor, pero menor de 4 bar, la presión no podrá exceder la máxima admisible de operación en más de 0,5 bar; o
    - iii) si la presión máxima admisible de operación es menor de 0,8 bar, la presión no podrá exceder 1,5 veces la presión máxima admisible de operación.
- b) Cuando más de una estación de regulación o de compresión alimenta a una cañería, deberán instalarse en cada estación, válvulas de alivio u otros dispositivos protectores, para asegurar que por falla total del regulador o compresor de mayor capacidad, o cualquier simple desfasaje de los de menor capacidad, no sobrevengan presiones en cualquier parte de la cañería o sistema de distribución, que excedan la de diseño o de protección, de ambas la más baja.
- c) En un sistema de distribución de baja presión, deberán instalarse en o cerca de cada estación de regulación, válvulas de alivio u otros dispositivos limitadores de presión, con capacidad para limitar la presión máxima en el caño principal a un valor que no exceda el de seguridad de operación de cualquier equipo conectado y adecuadamente ajustado que utilice gas.

## MATERIAL DE GUIA

### 1. GENERALIDADES

- a) La capacidad del regulador que el dispositivo de seguridad 'debería proteger es la capacidad máxima de acuerdo con cualquier modo de falla. Es posible usar la capacidad indicada en la literatura del fabricante, en la medida en que se sepa que sea la capacidad del regulador en una posición totalmente abierta y con falla. La capacidad del dispositivo de seguridad deberá basarse en la capacidad máxima del regulador a la mayor presión del gasoducto que alimenta el regulador. Esta presión de suministro podrá ser la máxima presión de servicio o la máxima presión de servicio admisible definidas en la Sección 3.
- b) Podrá considerarse la demanda mínima a un sistema al dimensionar el dispositivo de seguridad, siempre que se garantice la presencia de dicho caudal mínimo.
- c) Cuando existe una regulación en paralelo en una planta, la capacidad de alivio para esa planta debería basarse en el supuesto de que el regulador de mayor capacidad falla en la posición totalmente abierta.
- d) También se habrá de considerar la capacidad del sistema de gasoductos que abastece a la planta. Si el gasoducto no puede abastecer la capacidad de avería totalmente abierto del regulador de mayor capacidad, la capacidad de alivio puede basarse en la capacidad máxima del sistema de gasoductos que abastece la planta.
- e) Ver Norma GE-N1-148 (Apéndice G-1).

### 2. DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DEL DISPOSITIVO DE SEGURIDAD

- a) Cuando se instalen de acuerdo con las disposiciones de la Sección 199 f):
  - 1) Los dispositivos de seguridad marcados por el fabricante con una capacidad certificada según las normas de la Sección VIII del Código ASME de Calderas y Recipientes a Presión, incluyendo marcados de recertificación, podrán considerarse aptos para aliviar la capacidad que figura en el marcado (estampillado, estampado, grabado, etc.). Se harán las correcciones necesarias para determinar la capacidad en las condiciones operativas reales.
  - 2) Se podrán utilizar las capacidades enumeradas en la información publicada por el fabricante para identificar la capacidad del dispositivo en virtud de las condiciones establecidas.
  - 3) Se acepta la utilización de datos obtenidos de alguna otra forma, así como de los calculados mediante fórmulas reconocidas.
- b) Las capacidades de los dispositivos de seguridad establecidas como antes se mencionara se basan por lo general en la presión medida a la entrada del dispositivo de seguridad con descarga a la atmósfera sin cañería de chimenea de venteo. En consecuencia, cuando la instalación no se ajusta a las disposiciones de la 199 f), se deberá considerar la pérdida de presión en la cañería de entrada al dispositivo de seguridad, la ubicación de la cañería de control y la contrapresión en el lado de descarga provocada por la cañería de la chimenea de venteo.
- c) Las referencias útiles incluyen:
  - 1) Para los cálculos de 2 (a) (3), UG.131 de la Sección VIII del Código ASME para Calderas y Recipientes a Presión. No es intención del presente limitar la capacidad al 90% de la capacidad real, como está establecido en las reglas de la Sección VIII, sino sólo que dicha información es útil para calcular la capacidad real de un dispositivo de seguridad.
  - 2) Para datos sobre dispositivos de seguridad certificados: "Capacidades de Alivio de Válvulas de Seguridad y Válvulas de Alivio Aprobadas por la Junta Nacional", disponible en la Junta Nacional de Inspectores de Calderas y Recipientes a Presión, 1055 Crupper Avenue, Columbus, Ohio 43229.

- 3) A efectos de la contrapresión en la descarga del dispositivo de alivio, Figura D-1 de API RP 520.

### **SECCION 203 - CAÑOS Y COMPONENTES PARA INSTRUMENTOS, CONTROL Y TOMA MUESTRAS**

- a) Aplicabilidad: esta sección es aplicable al diseño de cañería para instrumentos, control y toma de muestras y sus componentes. No se aplica a sistemas permanentemente cerrados tales como dispositivos llenos de líquidos sensibles a la temperatura.
- b) Materiales y diseño: todos los materiales empleados para caños y componentes deberán ser diseñados para satisfacer las condiciones particulares de servicio y las siguientes:
  - 1) toda conexión y cupla de salida, accesorio o válvula deberá ser construida de material adecuado, capaz de resistir la presión y temperatura máximas de servicio de la cañería o equipo a la cual está unido y ser diseñado para resistir satisfactoriamente todo tipo de tensión a que pueda estar sometido sin acusar falla por fatiga;
  - 2) deberá instalarse una válvula de corte rápido en cada línea de toma de muestras, lo más cerca posible del punto de extracción. Donde sea necesario deberán instalarse válvulas de purga;
  - 3) no podrá utilizarse bronce o cobre para temperaturas del metal mayores de 200°C;
  - 4) los caños o componentes que puedan contener líquidos deberán ser protegidos contra daños debidos a congelamientos, mediante sistemas de calentamiento u otros medios;
  - 5) los caños o componentes en los cuales puedan acumularse líquidos deberán tener drenajes o purgadores;
  - 6) los caños o componentes sujetos a obstrucciones provocadas por sólidos o depósitos deberán tener filtros y conexiones apropiadas para su limpieza;
  - 7) la disposición de cañerías, componentes y soportes, deberá proporcionar seguridad bajo las tensiones previstas de operación;
  - 8) toda unión entre secciones de cañería y entre caños y válvulas o accesorios, deberá ser adecuada para las condiciones de presión y temperatura previstas. Las juntas de expansión tipo manguito deslizable no podrán ser usadas. La expansión deberá ser absorbida por medio de la flexibilidad propia del sistema;
  - 9) toda línea de control deberá ser protegida contra previsibles causas de daños y diseñada e instalada de modo de evitar que averías de la misma haga inoperable el regulador y el dispositivo protector de sobrepresión.

### **MATERIAL DE GUIA**

Los caños y componentes de instrumentos, control y muestreo que llegan a ubicaciones remotas (salas o edificio contiguo) se identificarán por código de color, signos, diagramas y otros medios apropiados de manera de poder localizar y operar las válvulas adecuadas en caso de emergencia. En las ubicaciones en las cuales la identificación de las cañerías resulta obvia, puede no resultar necesaria la codificación de colores, marcas, diagramas, etc. Ver también 3.3 y 5 del Material de Guía en 199.



## **PARTE E - SOLDADURA DE ACERO EN CAÑERIAS**

### **SECCION 221 - ALCANCE**

- a) Esta parte prescribe requisitos mínimos para soldadura de materiales de acero en cañerías.
- b) Esta parte no es aplicable a las soldaduras que se efectúan durante la fabricación de caños de acero, o componentes de cañería de acero.

### **MATERIAL DE GUIA**

Los términos sobre soldadura de la presente Guía se ajustan en general a las definiciones estándar establecidas por la Sociedad Estadounidense de Soldadura e incluidas en la Publicación A3.0 de AWS "Términos y Definiciones sobre Soldaduras". Ver excepciones en la definición de "Procesos para Fabricación de Caño" en el material de guía de la Sección 3.

### **SECCION 223 - GENERALIDADES**

- a) la soldadura deberá ser realizada de acuerdo con procedimientos escritos ex-profeso, que hayan sido calificados bajo la sección 225 para realizar soldaduras buenas y dúctiles.
- b) Las soldaduras deberán ser realizadas por soldadores que hayan sido calificados bajo las secciones 227 y 229 con el procedimiento de soldadura a ser usado.

### **MATERIAL DE GUIA**

En la parte 192 original, esta Sección fue suprimida el 7 de julio de 1986.

No es necesario Material de Guía.

### **SECCION 225 - PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA**

- a) La soldadura estará a cargo de un soldador habilitado de acuerdo con los procedimientos calificados para producir soldaduras según los requisitos de la presente parte. La calidad de las soldaduras de prueba que se utilizan para habilitar el procedimiento se determinará mediante ensayos destructivos.
- b) Se registrará en detalle cada procedimiento de soldadura, incluyendo los resultados de los ensayos de calificación. Dicho registro se conservará y observará siempre que se utilice el procedimiento en cuestión.

### **MATERIAL DE GUIA**

Todo procedimiento de soldadura debería ser calificado bajo la Norma API-1104 o ASME IX. Además se pueden consultar las GE-N1-105 e IRAM-IAS U 500-164-Parte 3.

La información sobre precalentamiento y alivio de tensión de conexiones soldadas puede encontrarse en "Sistemas de Distribución y Transporte de Gas", ANSI/ASME B31.8; Código ASME para Calderas y Recipientes a Presión, Sección IX; y API 1104. El precalentamiento y/o alivio de tensión se debería realizar de acuerdo con el procedimiento de soldadura calificado que se utilice.

## **SECCION 227 - CALIFICACION DE SOLDADORES**

Se tendrá en cuenta lo establecido en 13 Norma GE-N1-105.

- a) Excepto lo previsto en el párrafo b) de esta Sección, cada soldador debe estar calificado de acuerdo con la Sección 3 de la Norma API 1104 o de la Sección IX del Código ASME para Calderas y recipientes a presión.
- b) Un soldador puede calificar para realizar soldadura sobre el caño a ser operado a una presión que produce una tensión circunferencial de menos del 20% de la TFME por medio de la realización de una soldadura de prueba aceptable, para el proceso a emplear, bajo la prueba establecida en la Sección I del Apéndice C de esta Norma. Un soldador que realice conexiones soldadas de línea de servicio a la línea principal debe también realizar una soldadura de prueba aceptable de acuerdo con la Sección II del Apéndice C de esta Norma como una parte de su prueba de calificación. Luego de la calificación inicial, un soldador no puede realizar soldaduras a menos que:
  - 1) dentro de los quince meses calendario precedentes, el soldador se haya recalificado, excepto que el soldador deba recalificar por lo menos una vez cada año calendario; o
  - 2) dentro de los siete meses y medio calendario precedentes, pero al menos dos veces por año calendario, al soldador se le haya:
    - i) cortado soldaduras de producción, ensayadas y hayan sido encontradas aceptables de acuerdo con la prueba de calificación; o
    - ii) para soldadores que trabajen sólo sobre líneas de servicio con diámetro de 2 pulgadas o menores, ensayado dos muestras de soldadura y encontradas aceptables de acuerdo con el ensayo de la Sección III del Apéndice C de esta Norma.

### **MATERIAL DE GUIA**

Es responsabilidad del operador asegurarse de que todas las soldaduras sean realizadas por soldadores calificados. La capacidad de los soldadores para realizar soldaduras sanas debe ser determinada mediante soldadura de prueba empleando procedimientos de soldadura previamente calificados. La evaluación de soldaduras de prueba puede realizarse con la intervención de personal calificado del operador o laboratorios de ensayo.

## **SECCION 229 - LIMITACIONES SOBRE SOLDADORES**

- a) Ningún soldador cuya calificación está basada en ensayos no destructivos podrá soldar caños en estaciones compresoras y sus componentes.
- b) Ningún soldador podrá soldar con un determinado proceso de soldadura, a menos que, dentro de los seis (6) meses calendarios precedentes haya realizado trabajos de soldadura empleando ese proceso.
- c) Ningún soldador calificado bajo la sección 227 a) podrá soldar, a menos que dentro de los seis (6) meses calendarios precedentes, por lo menos una de sus soldaduras haya sido ensayada y aprobada bajo los requerimientos de la Sección 3 o 6 de la Norma API 1104.

### **MATERIAL DE GUIA**

En caso de que el operador aplique la Norma GE-N1-105 el punto c) debería ajustarse a la misma, pero cuando haya oposición entre ambas Normas se aplicará la más exigente

## **SECCION 231 - PROTECCION CONTRA MALAS CONDICIONES DEL TIEMPO**

La operación de soldadura deberá ser protegida de las condiciones del tiempo que pudieran perjudicar la calidad de la soldadura.

### **MATERIAL DE GUIA**

No es necesario.

## **SECCION 233 - JUNTAS A INGLETE**

- a) Una junta a inglete en caños de acero a ser operado a una presión que produzca una tensión circunferencial de menos del 30% pero mayor del 10% de la TFME, no podrá desviar el caño más de 12,5°. Deberá mantener de cualquier otra junta a inglete una distancia igual a un diámetro de caño o más tomando como punta de medición la cruz de cada junta.
- b) Una junta a inglete en caño de acero a ser operada a una presión que produzca una tensión circunferencial del 10% o menos de la TFME, no podrá desviar el caño más de 90°.

### **MATERIAL DE GUIA**

No se requiere material de guía.

## **SECCION 235 - PREPARACION PARA LA SOLDADURA**

Antes de comenzar cualquier soldadura, las superficies a soldar deberán estar limpias y libres de cualquier material que pudiera perjudicar a la soldadura, y los caños o componentes deberán estar alineados a fin de proporcionar las condiciones más favorables para la ejecución del cordón base. Esta alineación debe ser mantenida durante la ejecución de la primera pasada.

### **MATERIAL DE GUIA**

#### **1 SOLDADURA A TOPE**

Las figuras 235 A y 235 B del Apéndice G-5 del Material de Guía presentan algunas preparaciones aceptables de extremos.

#### **2. SOLDADURAS A FILETE**

Las dimensiones mínimas para soldaduras de filete usadas para soldar bridas deslizables, y para uniones soldadas a enchufe se enumeran en la Fig. 235 C del Apéndice G-5 del Material de Guía, en tanto que las figuras 155 B y 155 C del Apéndice G-4 presentan dimensiones mínimas similares para soldaduras de filete en conexiones de derivaciones.

#### **3. SOLDADURAS HERMETICAS**

Cuando las uniones roscadas están selladas por soldadura, no se considerará que la soldadura contribuya a la resistencia de la unión.

#### **4. SOLDADURAS A INGLETE**

Al realizar uniones a inglete se debe tomar la precaución de asegurar la confección eficiente de la ranura, el espaciado, la alineación y una penetración correcta. Al cortar uniones a inglete, se debe tener cuidado de sostener el soplete de corte de modo que la totalidad de la superficie de corte quede en el mismo plano. El corte a inglete deberá ser ejecutado por un corte biselado, dejando de 1/32 a 1/16 de plg de resalte del lado interior de la pared. El ángulo de la ranura resultante para la soldadura no debe ser menor de 60°.

#### **SECCION 237 - PRECALENTAMIENTO**

- a) Los aceros al carbono que tienen un contenido de carbono mayor de 0,32% (análisis de colada) o un carbono equivalente ( $C + 1/4 Mn$ ) mayor del 0,65% (análisis de colada) deberán ser precalentados para soldar.
- b) Los aceros al carbono que contengan un porcentaje de carbono o carbono equivalente menor que los aceros cubiertos por el párrafo a) de esta sección, deberán ser precalentados para soldar cuando el precalentamiento contribuya a aliviar condiciones existentes que pudieran limitar la técnica de la soldadura o tendieran a afectar adversamente su calidad.
- c) Cuando deban precalentarse para soldar materiales de acero con diferentes temperaturas de precalentamiento, deberán someterse a la temperatura más alta de éstas.
- d) La temperatura de precalentamiento deberá ser controlada para asegurar que la misma sea lograda antes, y mantenida durante, la operación de soldadura.

#### **MATERIAL DE GUIA**

1. La temperatura de precalentamiento debe controlarse mediante lápices (crayons) indicadores de la temperatura, termocuplas, pirómetros u otros métodos adecuados que aseguren que la temperatura de precalentamiento requerida haya sido alcanzada y se mantenga mientras se está realizando la soldadura.
2. Esta Sección ha sido suprimida en la parte 192 el 7 de julio de 1986.

#### **SECCION 239 - ALIVIO DE TENSIONES**

- a) Excepto como está estipulado en el párrafo f) de esta sección, toda soldadura de materiales de acero al carbono que tenga un contenido de carbono mayor de 0,32% (análisis de colada) o un carbono equivalente ( $C + 1/4 Mn$ ) mayor del 0,65 % (análisis de colada) deberá ser aliviada de tensiones según lo prescrito en la Sección VIII del Código ASME para Calderas y Recipientes a Presión.
- b) Excepto lo estipulado en el párrafo f) de esta sección, toda soldadura de materiales de acero al carbono que tenga un contenido de carbono menor del 0.32% (análisis de colada) o un carbono equivalente ( $C + 1/4 Mn$ ) menor del 0,65% (análisis de colada), deberá ser térmicamente aliviada de tensiones cuando el enfriamiento de la soldadura se produzca con una velocidad que disminuya la calidad de la misma.
- c) Excepto lo estipulado en el párrafo f) de esta sección, toda soldadura de caño de acero al carbono con un espesor de pared de más de 32 mm deberá ser aliviada de tensiones.
- d) Cuando una soldadura une caños o componentes que son de diferentes espesores, el espesor de pared determinante de la necesidad de alivio de tensiones según requiere esta sección será definido por:

- 1) en el caso de conexión de caños, el mayor de los espesores de los dos caños a unir; o
  - 2) en el caso de conexión de derivación, bridas deslizantes o accesorios a enchufe soldados, el espesor del caño principal o distribuidor.
- e) Toda soldadura de materiales diferentes deberá ser aliviada de tensiones, si cualquiera de los materiales que la componen requiere alivio de tensiones según esta sección.
- f) No obstante lo indicado en los párrafos a), b) y c) de esta sección, en los siguientes casos no es requerido alivio de tensiones:
- 1) una soldadura de filete o ranura de 12,7 mm (1/2 pulgada) de ancho de ranura o menor, que suelde una conexión de diámetro de 50 mm (2 pulgadas) o menor; o
  - 2) una soldadura de filete o ranura de 9,5 mm (3,8 pulgadas) o menos, de ancho de ranura, que una elementos de apoyo u otros aditamentos sin presión.
- g) Los alivios de tensión requeridos por esta sección deberán ser cumplidos a una temperatura de por lo menos 600°C para aceros al carbono y por lo menos 650°C para aceros aleados ferríticos. Cuando se alivia de tensiones una soldadura que une materiales que requieren diferentes temperaturas de alivio de tensiones, deberá ser usada la temperatura mayor.
- h) Cuando se realiza alivio de tensiones, la temperatura deberá controlarse para asegurar su mantenimiento uniforme y que se cumpla el ciclo apropiado de alivio de tensiones.

## **MATERIAL DE GUIA**

### **ALIVIO DE TENSIONES**

#### **A. ALGUNOS METODOS RECOMENDABLES DE ALIVIO DE TENSIONES**

- 1) Calentar la estructura completa como una unidad.
- 2) Calentar una sección completa que incluya la o las soldaduras que han de ser aliviadas de tensiones antes de unirla a otras secciones de trabajo.
- 3) Calentar una parte del trabajo haciéndolo lentamente, sobre una banda circular que contenga la soldadura en su parte central. El ancho de la faja que se calienta a la temperatura requerida debe ser, por lo menos, 2 plg mayor que el ancho del refuerzo de la soldadura. Se debe tener la precaución que la temperatura obtenida sea uniforme en torno de toda la circunferencia del caño. La temperatura debe disminuir gradualmente hacia afuera de los bordes de esta faja.
- 4) Las derivaciones u otros aditamentos soldados que requieran alivio de tensiones pueden ser relevados de tensiones localmente calentando una faja circular alrededor del caño sobre el lugar donde está soldado el ramal o el accesorio, quedando éstos en el centro de dicha banda. El ancho de la misma debe ser, por lo menos 2 plg mayor que el diámetro de la soldadura de unión del ramal o accesorio, al cabezal. La totalidad de la faja debe ser llevada a la temperatura requerida y mantenida así durante el tiempo especificado.

#### **B. EQUIPOS PARA ALIVIO LOCAL DE TENSIONES**

- 1) El alivio de tensiones se puede llevar a cabo mediante: inducción eléctrica, resistencia eléctrica, quemadores anulares alimentados a fuel-oil, sopletes a fuel-oil u otros medios adecuados de calentamiento siempre que se alcance y se mantenga una temperatura adecuada durante el alivio de tensiones.
- 2) La temperatura de alivio de tensiones debe ser controlada mediante el uso de pirómetros u otros equipos adecuados para asegurarse de que se ha cumplido el ciclo apropiado de alivio

de tensiones.

- 3) Esta sección fue suprimida en la 192 el 7 de julio de 1986.

#### **SECCION 241 - INSPECCION Y ENSAYO DE SOLDADURAS**

- a) Una inspección visual de la soldadura deberá ser efectuada para asegurar que:
- 1) es realizada de acuerdo con el procedimiento de soldadura; y
  - 2) la soldadura es aceptable bajo el párrafo c) de esta sección.
- b) La soldadura en una cañería a ser operada a una presión que produzca una tensión circunferencial del 20% o más de la TFME, deberá ser ensayada con pruebas no destructivas de acuerdo con la sección 243. Las soldaduras que sean inspeccionadas visualmente y aprobadas por un inspector de soldaduras calificado, no necesitarán ensayos no destructivos si:
- 1) la cañería tiene un diámetro nominal menor de 152 mm; o
  - 2) la cañería operará a una presión que produzca una tensión circunferencial de menos del 40% de la TFME y las soldaduras sean tan reducidas en número, que las pruebas no destructivas no se justifiquen.
- c) la aceptabilidad de una soldadura aprobada en forma no destructiva o inspeccionada visualmente está determinada en la sección 6 de la Norma API 1104.

#### **MATERIAL DE GUIA**

1. Se deberán adoptar las siguientes medidas a intervalos frecuentes a fin de asegurar la calidad de la mano de obra:
  - a) Inspeccionar el montaje de una unión antes de efectuar la soldadura.
  - b) Inspeccionar visualmente el cordón de refuerzo antes de aplicar otros cordones.
  - c) Inspeccionar la soldadura terminada antes de aplicar el revestimiento.
2. Ver Norma IRAM-IAS U 500-169.
3. Ver para 241 b) 1), la Sección 243 d) 4).
4. Ver la Norma GE-N1-105, "Bases para la calificación de soldadores y operadores de soldadura por arco eléctrico y especificaciones de procedimientos".

#### **SECCION 243 - ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS**

- a) Los ensayos no destructivos de soldaduras deberán ser realizadas por cualquier proceso, excepto trepanación, que claramente indique los defectos que pueden afectar la integridad de la soldadura.
- b) Los ensayos no destructivos de soldaduras deberán ser realizados:
- 1) de acuerdo con procedimientos escritos; y
  - 2) por personas que hayan sido entrenadas y calificadas en los procedimientos establecidos con

el equipo a emplear en los ensayos.

- c) Deberán establecerse los procedimientos para la interpretación apropiada de cada ensayo no destructivo de una soldadura, para garantizar que la aceptabilidad de la misma cumpla la sección 241 c).
- d) Cuando se requieran pruebas no destructivas, de acuerdo a la sección 241 b), éstas se harán cubriendo la circunferencia completa. De las uniones a tope soldadas diariamente en campaña, el supervisor tomará al azar un porcentaje destinado a ensayo, que variará de acuerdo a lo siguiente:
  - 1) en clase 1 de trazado, excepto tramos submarinos, por lo menos el 10%;
  - 2) en clase 2 de trazado por lo menos el 15%;
  - 3) en clase 3 y 4 de trazado, en cruce de ríos principales o navegables, y en tramos submarinos, el 100% si es posible, pero no menos del 90%.
  - 4) dentro de la servidumbre de ferrocarriles y carreteras o caminos de uso público, incluyendo túneles, puentes y cruces de caminos elevados y empalmes de cañerías, el 100% en diámetros de 76 mm y mayores.
- e) Cuando se requieran ensayos no destructivos según la sección 241 b), deberá ensayarse en forma no destructiva una soldadura correspondiente al trabajo diario de cada soldador, con excepción de aquellos soldadores cuyo trabajo no corresponda a la actividad principal de soldadura.
- f) Cuando se requieran ensayos no destructivos según la sección 241 b), todo operador deberá retener durante la vida útil de la cañería un registro indicando por poste indicador (mojón), estación de ingeniería o por accidente geográfico, el número de soldaduras periféricas realizadas, el de pruebas no destructivas, el de rechazos y la ubicación de los rechazos.

## **MATERIAL DE GUIA**

### **1. METODOS (243 a)**

Los métodos preponderantes para inspección a través de la pared son la radiografía y el ultrasonido. Para examen de superficie, resultan útiles las inspecciones por tintas penetrantes o por partículas magnéticas.

### **2. REGISTROS (243 f)**

Los registros escritos que deben guardarse durante la vida útil del gasoducto podrán ser de cualquier tipo que registre la información requerida. Se admite que los registros visuales permanentes de los resultados de los procesos de ensayos no destructivos no resultan prácticos, factibles, o ambas cosas.

## **SECCION 245 - REPARACION O REMOCION DE DEFECTOS**

- a) Toda soldadura que bajo la sección 241 c) resulte inaceptable, deberá ser cortada o reparada. Una soldadura deberá cortarse si tiene una grieta o rajadura mayor del 8% de la longitud de la soldadura, excepto para soldaduras en una cañería submarina que esté siendo instalada desde un barco tiende-tubos.
- b) Toda soldadura a reparar deberá tener el defecto eliminado hasta dejar el metal limpio y el segmento a ser reparado deberá ser precalentado antes de soldar. Después de la reparación el segmento de soldadura reparado deberá ser inspeccionado para asegurar su aceptabilidad. Si la reparación no fuera aceptable, la soldadura será cortada.
- c) La reparación de una grieta, o de cualquier defecto en una zona ya reparada, debe estar en un todo de acuerdo con los procedimientos de reparación de soldadura calificados según la sección 225. Los procedimientos de reparación deben asegurar que, una vez finalizada la soldadura definitiva, se

cumplan las propiedades mecánicas mínimas establecidas para el procedimiento de soldadura que se empleó para efectuar la soldadura original.

#### **MATERIAL DE GUIA**

Ver Material de Guía en la Sección 225, Generalidades, y API 1104, Artículo 7.0, Reparación o Eliminación de Defectos.

## **PARTE F - UNION DE MATERIALES POR METODOS QUE NO EMPLEEN SOLDADURA**

### **SECCION 271 - ALCANCE**

- a) Esta parte prescribe requisitos mínimos para unión de materiales en cañerías por métodos que no utilizan soldadura.
- b) Esta parte no es aplicable a uniones realizadas durante la fabricación de caños o componentes de cañerías.

### **MATERIAL DE GUIA**

No es necesario material de guía.

### **SECCION 273 - GENERALIDADES**

- a) Toda cañería deberá ser diseñada e instalada de manera que cada unión soporte las fuerzas longitudinales de arranque o empuje, causadas por contracción o expansión de la cañería, o por cargas internas o externas previsibles.
- b) Toda unión deberá ser ejecutada de acuerdo con procedimientos escritos, que hayan sido probados por ensayos o experiencias para producir juntas herméticas y resistentes.
- c) Toda unión deberá ser inspeccionada para asegurar el cumplimiento de esta parte.

### **MATERIAL DE GUIA**

#### **1. CAPACIDAD DE UNION**

La capacidad de un método de unión se establecerá por ensayo o experiencia. Se acepta certificación del fabricante en lugar de ensayo.

#### **2. CLASIFICACION DE LAS UNIONES**

Un método de unión puede calificar como equivalente al caño que se une o como limitación a las condiciones de servicio de la cañería.

#### **3. PROCEDIMIENTOS ESCRITOS PARA UNION**

- a) Los procedimientos escritos para un método de unión incluyen lo siguiente:
  - 1) Requisitos de preparación (tales como limpieza, acondicionamiento de la superficie, imprimación, lubricación, calafateo y calentamiento) que tienen importancia en la capacidad de la unión.
  - 2) Instrucciones de montaje (tales como secuencia de las operaciones, posicionamiento de las piezas, y luces requeridas).
  - 3) Límites de terminación (tales como herramientas necesarias, momento torsor, presión hidráulica y el ajuste).

- b) Los procedimientos se deberán incluir en las especificaciones de instalación, en los procedimientos operativos de referencia y/o en el material de capacitación de personal, según corresponda.

#### **4. ABULONADO**

Ver Material de Guía, ítem 2.1 en la Sección 147.

#### **SECCION 275 - CAÑOS DE FUNDICION**

- a) Toda junta calafateada de enchufe y espiga en cañería de fundición, deberá ser sellada con una grapa mecánica para evitar pérdidas.
- b) Toda junta mecánica en caño de fundición deberá tener una guarnición fabricada de material elástico como medio para efectuar el sellado. Cada guarnición deberá ser confinada adecuadamente y retenida bajo compresión por un casquillo separador o anillo adherido.
- c) Los caños de fundición no podrán ser unidos por juntas roscadas.
- d) Los caños de fundición no podrán ser unidos por soldadura fuerte o de bronce.
- e) En cañería de fundición, toda brida deberá conformar en dimensiones y perforación a la Norma ANSI B.36.1 y ser fundida íntegramente con el caño, válvula o accesorio.
- f) Reparación de caños de fundición: consultar la Norma de Gas del Estado GE-N1-101 , Ver apéndice A; o realizar la reparación permanente por otros métodos que satisfagan los requisitos de estanquidad y resistencia de la norma mencionada.

#### **MATERIAL DE GUIA**

No es necesario material de guía.

#### **SECCION 277 - CAÑO DE HIERRO DUCTIL**

- a) No podrá unirse caño de hierro dúctil mediante uniones roscadas.
- b) No podrá unirse caño de hierro dúctil mediante soldadura fuerte.

#### **MATERIAL DE GUIA**

No es necesario.

#### **SECCION 279 - CAÑOS DE COBRE**

Los caños de cobre no podrán ser roscados con excepción de los usados para unir válvulas o accesorios a rosca, los que sí podrán serlo si el espesor de pared es equivalente al del caño cédula 40 o más pesado, de diámetro comparable, enumerado en la Tabla C1 de ANSI B 16.5.

#### **MATERIAL DE GUIA**

- a) Los caños de cobre se pueden unir utilizando ya sea una junta mecánica o bien una unión a solapa soldada a bronce (soldadura fuerte) o a estaño. El material de aporte utilizado para soldadura fuerte

debe ser una aleación cobre fosforosa o una aleación a base de plata.

- b) No se debe emplear la soldadura a tope para unir caños o tuberías de cobre.
- c) Los caños de cobre deberían responder a las Normas IRAM 2522 y 2566. (Ver apéndice G-1).

## **SECCION 281 - TUBOS DE PLASTICO**

- a) Generalidades: una unión de tubo plástico realizada con cemento solvente, adhesivo o calor de fusión, no podrá ser movida hasta que esté debidamente consolidada. Las cañerías de plástico no podrán ser unidas por roscada o a inglete.
- b) Uniones consolidadas con cemento solvente: toda unión efectuada con cemento solvente en cañería de plástico, deberá cumplir con lo siguiente:
  - 1) las superficies a unir deberán estar limpias, secas y libres de materiales que pudiesen perjudicar la unión;
  - 2) el cemento solvente deberá cumplir con los requisitos de la Norma o especificación de tubos aceptada;
  - 3) se habrán de observar como mínimo los requisitos de seguridad de la norma ASTM F 402;
  - 4) la unión no podrá ser calentada para acelerar el fraguado del cemento.
- c) Uniones por fusión por calor: toda unión por fusión por calor deberá cumplir lo siguiente:
  - 1) el calor no podrá ser aplicado con soplete u otra llama abierta;
  - 2) tanto las uniones por termofusión como por electrofusión serán efectuadas de acuerdo con las Normas y especificaciones aceptadas y manuales de los fabricantes de tubos y accesorios aprobados.
- d) Uniones por medio de adhesivos: toda junta realizada con adhesivo en cañería de plástico deberá cumplir con lo siguiente:
  - 1) el adhesivo deberá cumplir con los requisitos de la norma o especificación de tubos aceptada.
  - 2) los materiales a unir y el adhesivo deberán ser compatibles entre si.
- e) Juntas mecánicas: toda unión mecánica tipo compresión en tubería de plástico deberá cumplir con lo siguiente:
  - 1) el material de la guarnición en el acoplamiento deberá ser compatible con el plástico;
  - 2) en correspondencia con la junta, deberá colocarse un refuerzo interno tubular rígido en lugar de uno partido; y

## **MATERIAL DE GUIA**

### **1. INTRODUCCION (Plástico a plástico y plástico a metal)**

Se requiere la experta aplicación de procedimientos calificados y el uso de materiales y equipos adecuados en buen estado para lograr uniones sin defectos en tubo plásticos. Las uniones deben estar a cargo de personal calificado por capacitación o experiencia en cuanto a los procedimientos escritos necesarios para el tipo de unión en cuestión.

## **2. GENERALIDADES (Plástico a plástico)**

Las uniones con cemento solvente o por fusión térmica deberían hacerse sólo entre componentes fabricados con los mismos materiales termoplásticos básicos. Para unir componentes de polietileno sólo se emplearán uniones por fusión térmica o mecánicas. La compatibilidad entre distintos tipos de polietileno para ser unidos por fusión térmica deberá ser establecida por los fabricantes de los componentes o mediante ensayos según normas o especificaciones aceptadas.

## **3. UNION EN OBRA (Plástico a plástico y plástico a metal)**

### **3.1. Cemento solvente (Plástico a plástico)**

- a) Los componentes de la cañería y el cemento solvente podrán acondicionarse antes del montaje mediante calentamiento, siempre que se lo haga de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Se requieren precauciones especiales cuando la temperatura de superficie de los materiales es inferior a 10°C o superior a 38°C.
- b) Se requieren extremos a escuadra libres de rebabas para buenas uniones a enchufe. El biselado del borde anterior del extremo a espiga contempla la facilidad de inserción y una mejor distribución del cemento.
- c) Para lograr una buena unión resulta esencial la adecuada adaptación del caño o tubo y del enchufe o manguito de contacto. Antes de la aplicación de cemento, el caño o tubo debería ingresar libremente en el accesorio pero sin apoyarse contra la cara interna. Por lo general no es posible lograr uniones sanas entre componentes demasiado flojos o demasiado apretados.
- d) Se requiere una aplicación uniforme de cemento solvente en ambas superficies en contacto. Debería efectuarse una aplicación liviana al enchufe y una más pesada al caño o tubo. El caño se habrá de insertar de inmediato en el enchufe y llevado a fondo. Para diámetro de más de 51 mm, puede resultar necesario adoptar otras medidas para llevar a fondo el caño. Se deberá mantener unida la junta terminada durante un lapso suficiente a fin de impedir que el caño se desprenda del accesorio. Una vez hecha la unión, se eliminará el exceso de cemento de la parte exterior de la misma.
- e) No se someterá la unión a una prueba de presión hasta que haya desarrollado un elevado porcentaje de su resistencia máxima. El tiempo necesario para esto varía según el tipo de cemento, humedad, y temperatura.

Pueden hallarse otras recomendaciones para la elaboración de uniones, en las normas y especificaciones aceptadas.

### **3.2. Fusión térmica mediante calor aplicado externamente (termofusión)**

- a) Los programas generales de capacitación están disponibles en el Instituto de Tubos Plásticos de los EE.UU. (Plastics Pipe Institute - P.P.I.) (Ver Apéndice G-1 del Material de Guía) y a través de diversas instituciones y fabricantes de tubos plásticos.
- b) Se debe ser cuidadoso en la operación de calentamiento. El material deberá ser calentado lo suficiente para producir una unión sana, sin sobrecalentarlo hasta el punto de dañarlo.
- c) Se requieren extremos escuadrados libres de rebabas para una buena unión.
- d) Las superficies en contacto deben estar limpias, secas y libres de material perjudicial para la unión.
- e) Otras recomendaciones para hacer uniones por termofusión pueden hallarse en las normas y especificaciones aceptadas.
- f) Las tuberías de polietileno de diferentes compuestos o grados podrán ser unidas por termofusión. Dicha unión no deberá realizarse indiscriminadamente, sino sólo cuando se empleen procedimientos calificados para unir compuestos específicos. Se sugiere para referencia la Nota Técnica N°13 del

P.P.I., "Pautas Generales para la Termofusión de Tubos y Accesorios de Compuestos Diferentes".

- g) La lluvia, el frío y el viento pueden influir en la calidad de la fusión. Se deberá considerar la modificación del tiempo recomendado de calentamiento (en el procedimiento) durante dichas condiciones atmosféricas.
- h) Para derivaciones por perforación en carga, ver Material de Guía en 123.

### **3.3. Fusión térmica por electrofusión (Plástico a plástico)**

En el apéndice G-1 del Material de Guía pueden hallarse referencias útiles para uniones de tubos plásticos por electrofusión.

### **3.4. Adhesivo (Plástico a plástico)**

- a) Las superficies en contacto deberán estar adecuadamente preparadas, secas y libres de materiales que pudieran perjudicar la unión.
- b) El adhesivo se mezclará correctamente y aplicará libremente en ambas superficies. Se mantendrá la unión alineada el tiempo suficiente a fin de impedir que el caño o tubo se desprenda del accesorio.
- c) No se deberá perturbar la unión hasta que el adhesivo se haya endurecido. Tampoco habrá que someterla a una prueba de presión hasta tanto haya desarrollado un elevado porcentaje de su resistencia máxima. El tiempo necesario para que esto ocurra varía según el adhesivo, humedad, y temperatura ambiente.
- d) Para acelerar el curado, una unión hecha con adhesivo podrá ser calentada de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

### **3.5. Mecánicas (Plástico a plástico y plástico a metal)**

- a) Cuando se usen uniones mecánicas tipo compresión, el material elastomérico de junta en el accesorio deberá ser compatible con el plástico; vale decir, que durante un periodo prolongado ni el plástico ni el elastómero deberían producir el deterioro de las propiedades químicas o mecánicas del otro.
- b) El rigidizador tubular requerido para reforzar el extremo del caño o tubo debería extenderse por lo menos en el tramo de caño comprimido por la junta o el material de sujeción. El rigidizador deberá estar libre de bordes ásperos o cortantes. Aquellos que queden demasiado flojos o apretados respecto del caño o tubo pueden provocar uniones defectuosas.
- c) La resistencia al desprendimiento de los accesorios de compresión varía con el tipo y diámetro del accesorio y el espesor de pared del caño que se une. En consecuencia, todas las uniones mecánicas se diseñarán e instalarán para poder soportar eficazmente las fuerzas longitudinales de desprendimiento provocadas por contracción del caño y por las máximas cargas externas previstas. Para minimizar estas fuerzas, se deberán emplear las siguientes prácticas:
  - 1) Con tendido en zanja abierta se instalará la tubería en forma sinuosa cuando la flexibilidad del tubo lo permita.
  - 2) Con tendido por inserción en una camisa, se empujará la tubería hasta ubicarla de modo que esté en compresión más que en tracción.
  - 3) Permitir la dilatación y contracción térmica de la tubería instalada debido a cambios estacionales de temperatura. La importancia de esta consideración aumenta con la longitud de la instalación. Esta tolerancia puede lograrse mediante:
    - i) Cuellos de cisne.
    - ii) Anclaje.

- iii) Zunchado de la unión.
- iv) Colocación del caño con leve compresión axial.
- v) Dispositivos que permitan dilatación-contracción.
- vi) Accesorios diseñados para impedir el desprendimiento.
- vii) Combinaciones de los anteriores.

Esta tolerancia es de suma importancia cuando se usa tubo plástico para insertar dentro de otro caño.

La Tabla 281i enumera los coeficientes de dilatación térmica para algunos ejemplos de materiales termoplásticos, determinados usando ASTM D 696.

**TABLA 281i**  
**COEFICIENTES DE DILATACION TERMICA**

MATERIAL DEL TUBO	COEFICIENTES NOMINALES DE DILATACION TERMICA <sup>(1)</sup> (x 10 <sup>-5</sup> pulg/pulg °F)	DILATACION EN PULGADAS POR CADA 100 PIES DE TUBO Y °F DE AUMENTO DE TEMPERATURA
PE 2306	9,0	0.108
PE 2406	9,0	0.108
PE 3306	9,0	0.108
PE 3406	9,0	0.108
PE 3408	9,0	0.108
PVC 1120	3,0	0.036
PVC 1220	3,5	0.042
PVC 2110	5,0	0.060
PVC 2112	4,5	0.054
PVC 2116	4,0	0.048
CAB MH08	8,0	0.096
CAB SO04	9,5	0.114
PB 2110	7,2	0.086
ABS 1210	5,5	0.086

<sup>(1)</sup> Los compuestos particulares pueden diferir de los valores de esta tabla ? 10%. El fabricante proporcionará valores más exactos para productos comerciales específicos.

**PE** = polietileno  
**PVC** = policloruro de vinilo  
**CAB** = butirato acetato celulosa  
**PB** = polibutileno  
**ABS** = acrilonitrilo-butadieno-estireno

## SECCION 283 - CAÑOS Y TUBOS PLASTICOS. CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE UNION

- a) Uniones por fusión por calentamiento, cemento solvente, y adhesivo: antes de usarse, cualquier procedimiento escrito establecido en la sección 273 b para realizar uniones en caños o tubos plásticos por métodos de fusión por calentamiento, cemento solvente o adhesivo, deberá ser calificado por:
- 1) para los requisitos del ensayo de estallido,
    - i) en el caso de tubo termoplástico, la norma GE-N1-129 y el párrafo 8.6 (ensayo de presión sostenida) o el 8.7 (mínima presión hidráulica de estallido) de ASTM D 2513; o
    - ii) en el caso de caño plástico termoestable, el párrafo 8.5 (mínima presión hidráulica de estallido) o el 8.9 (ensayo de presión estática sostenida) de ASTM D 2517.
  - 2) para procedimientos destinados a conexiones laterales de caño o tubo, como mínimo, someter una probeta de unión hecha a partir de tramos de caño unidos en ángulo recto de acuerdo con el procedimiento, a una fuerza en el caño o tubo que en la probeta representa a la derivación hasta que se produzca la falla en la probeta. Si la falla se inicia fuera de la zona de unión, el procedimiento está calificado para su uso; y
  - 3) para procedimientos destinados a conexiones no laterales de caño, o tubo, como mínimo cumplir con los requisitos del ensayo de tracción de ASTM D 638, pero el ensayo puede realizarse a temperatura y humedad ambiente. Si la probeta se elonga no menos de 25 % o la falla se inicia fuera de la zona de la unión, el procedimiento califica para el uso.
- b) Uniones mecánicas: antes de aplicar cualquier procedimiento escrito conforme 273 b) para realizar uniones mecánicas de caño o tubo plástico diseñadas para soportar fuerzas de tracción, el procedimiento deberá calificar sometiendo 5 uniones de probeta, efectuadas conforme el procedimiento, al siguiente ensayo de tracción:
- 1) los aparatos para el ensayo serán los indicados en ASTM D 638 (excepto el acondicionamiento);
  - 2) el largo de la muestra será tal que la distancia entre las abrazaderas del aparato y el extremo del rigidizador no afecte la resistencia de la unión;
  - 3) la velocidad del ensayo será de 5 mm/min  $\pm$  25%;
  - 4) la muestra de caño de menos de 102 mm de diámetro califica si el caño se deforma hasta una elongación del 25%, o si la falla se inicia fuera de la zona de unión;
  - 5) las muestras de caños de 102 mm de diámetro y mayores serán traccionadas hasta que el caño esté sometido a una tensión igual a la máxima tensión térmica que pudiera producirse por un cambio de temperatura de 55°C o hasta que el caño sea arrancado del accesorio. Si esto sucede, se deberá usar en los cálculos de diseño para tensión el valor inferior de los cinco resultados de ensayos o el valor nominal establecido por el fabricante, lo que fuera menor;
  - 6) las muestras que fallen en las abrazaderas, serán re-probadas usando nuevos caños o tubos;
  - 7) los resultados obtenidos conciernen solamente al diámetro exterior y material específicos del caño o tubo ensayado, aunque podrá ensayarse en caño o tubo de pared más pesada para calificar caño o tubo del mismo material pero con un espesor de pared menor.
- c) Una copia de cada procedimiento escrito usado para uniones de caños y tubos plásticos debe estar a disposición de las personas que efectúan e inspeccionan las uniones.
- d) Para caños o tubos fabricados bajo otras normas o especificaciones aceptadas, se seguirán los procedimientos indicados en las mismas.

## MATERIAL DE GUIA

### 1. PROCEDIMIENTOS ESCRITOS

Un operador podrá optar por elaborar y calificar procedimientos de unión o bien observar los procedimientos calificados por los fabricantes de tuberías o accesorios. En cualquier caso, el operador será responsable de asegurar que el procedimiento usado haya calificado de acuerdo con los requisitos de 283.

Cuando se utilice un procedimiento calificado por un fabricante, éste deberá proporcionar los procedimientos escritos incluyendo material gráfico que muestre el aspecto de uniones satisfactorias. Por lo general, los procedimientos escritos para instalación de accesorios se incluyen en el embalaje de cada accesorio.

Los procedimientos calificados deberían incluirse en los manuales de instalación de las compañías, imprimiéndolos en tarjetas de bolsillo u otros medios convenientes.

### 2. CALIFICACION DEL PROCEDIMIENTO (plástico a plástico y plástico a metal)

#### 2.1. Procedimiento y calificación de uniones y reparaciones permanentes, (plástico a plástico y plástico a metal)

##### a) Cemento solvente, fusión térmica y adhesivo (plástico a plástico)

- 1) **Procedimiento:** Se establecerá un procedimiento por separado para cada compuesto plástico y método de unión. La especificación del procedimiento deberá incluir por lo menos lo siguiente:
  - i) Compuesto o compuestos plásticos.
  - ii) Diseño de unión.
  - iii) Rango de diámetros y espesores.
  - iv) Método de unión.
  - v) Tiempo de curado o solidificación.
  - vi) Límites de temperatura.
  - vii) Temperatura de la herramienta de calentamiento.
  - viii) Adecuado acabado del extremo.
  - ix) Herramientas y equipos.
  - x) Técnica de unión o reparación.
- 2) **Calificación.** La especificación del procedimiento se considerará calificada si las muestras de uniones o reparaciones hechas de acuerdo con el procedimiento cumplen con los requisitos de 2.2. Las probetas serán curadas, solidificadas o endurecidas de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

##### b) Mecánicas. (plástico a plástico y plástico a metal)

- 1) **Procedimiento.** Se establecerá un procedimiento separado para cada tipo y clase de accesorio mecánico usado para uniones o reparaciones. Deberá incluir por lo menos lo siguiente:
  - i) Clase y tipo de material(es) plástico(s).
  - ii) Otros elementos de cañería que se unirán al plástico.
  - iii) Diseño de unión.
  - iv) Rango de diámetros y espesores.
  - v) Tipo de accesorio mecánico.
  - vi) Herramientas y equipos.
  - vii) Procedimiento de unión y reparación.
- 2) **Calificación:** Para calificar un procedimiento se deberán realizar, de acuerdo con las especificaciones del procedimiento, muestras de uniones o reparaciones y ensayarlas conforme 2.2. Las muestras deberán someterse a las mismas restricciones que tendrían en

servicio.

Deberán asimismo ser seccionadas o desmanteladas para inspeccionar daños al caño o tubo plástico. Se rechazará el procedimiento si hubiera evidencia de daño que pudiera reducir la vida útil de una unión o reparación instalada.

## 2.2. Requisitos de ensayo. (plástico a plástico y plástico a metal)

Las probetas deberán cumplir con todo éxito los requisitos siguientes:

- a) **Ensayo de fugas.** Un montaje de prueba no deberá tener fugas al ser sometido a una prueba de presión firme con aire o gas.
- b) **Ensayo de estallido de corto plazo.** El montaje deberá cumplir con los requisitos mínimos de estallido de ASTM D 2513 ó D 2517, según corresponda, para el tipo y diámetro específico de caño usado.
- c) **Prueba de presión sostenida.** El montaje no deberá fallar al ser sometido a una prueba de presión sostenida (tal como el ensayo de 1000 h descrito en ASTM D 2513 o D 2517, la que corresponda) para la clase y diámetro específico de caño plástico usado.
- d) **Inspección.** El montaje se someterá a una inspección destructiva o no destructiva adecuada, a fin de determinar si la zona unida es sustancialmente equivalente a la superficie de unión prevista.
- e) Las uniones que se realicen bajo procedimientos diferentes a las de ASTM, cumplirán los requisitos de ensayo provistos en las normas aceptadas.

## 3. CALIFICACION DE COMPONENTES DIFERENTES

Los componentes de polietileno hechos de diferentes compuestos y diferentes grados de materiales podrán ser termofusionados, siempre que se empleen procedimientos correctamente calificados para unir los compuestos específicos.

Los operadores que quieran calificar dichos procedimientos podrán obtener procedimientos calificados de los fabricantes. Además, puede resultar útil la Nota Técnica N°13 del P.P.I. "Pautas Generales para la Termofusión de Tubos y Accesorios de Diferentes Compuestos de Polietileno".

## SECCION 285 - CAÑO Y TUBO PLASTICO. CALIFICACION DEL PERSONAL QUE EFECTUA UNIONES

- a) Todo personal que realiza uniones en caños y tubos plásticos deberá calificarse de acuerdo al procedimiento aceptado, a través de:
  - 1) entrenamiento apropiado o experiencia en el uso del procedimiento; y
  - 2) realización de una unión-muestra a partir de tramos de tubo, unidos de acuerdo al procedimiento, que apruebe la inspección y al ensayo establecido en párrafo b) de la presente sección.
- b) La unión de muestra será:
  - 1) examinada visualmente, durante y después del montaje o unión, y encontrada la misma apariencia que una unión o fotografías de una unión aceptable bajo tal procedimiento; y
  - 2) en el caso de una unión por fusión por calor, cemento solvente o adhesivo:
    - i) ensayada conforme cualquiera de los métodos de ensayo mencionados en 283 a), aplicable al tipo de unión y material ensayado;
    - ii) examinada mediante inspección ultrasónica, y encontrada sin defectos que pudieran

- causar fallas; o
- iii) cortada en por lo menos 3 tiras longitudinales, cada una de las cuales sea:
- a) examinada visualmente sin encontrar huecos o discontinuidades en las superficies cortadas del área de unión, y
  - b) deformada por plegado, torsión o impacto, y si se produce la falla, la misma no debe iniciarse en la zona de la unión.
- c) Deberá recalificarse de acuerdo con un procedimiento aplicable, toda persona que, durante cualquier período de 6 meses
- 1) no haya realizado uniones bajo tal procedimiento; o
  - 2) se hayan encontrado inaceptables, según 513, 3 uniones o 3 % de las uniones efectuadas, lo que fuera mayor, de acuerdo con tal procedimiento.
- d) Cada operador establecerá un método para determinar que cada persona que haga uniones en tuberías plásticas en sus instalaciones, esté calificada en concordancia con esta sección.

## **MATERIAL DE GUIA**

### **1. CONTROL Y CERTIFICACION DE QUIENES REALIZAN UNIONES**

Las personas que deseen calificar para efectuar uniones en tubería plástica deberían ser controladas y habilitadas por personal especializado habilitado, y demostrar su capacidad para realizar uniones satisfactorias mediante el procedimiento correcto. (Ver A.G.A. "Manual de Caño Plástico para Servicio de Gas" y Apéndice B de la Norma GE-N1-136).

### **2. REGISTRO DE CERTIFICACION**

Los registros y/o las tarjetas de calificación que indican el grado de habilitación de un individuo, se guardarán durante el período de habilitación.

## **SECCION 287 - CAÑOS Y TUBOS PLASTICOS. INSPECCION DE UNIONES**

Nadie podrá llevar a cabo la inspección de uniones en caños y tubos plásticos de acuerdo con el párrafo 273 c) y 285 b) sin que haya sido calificado por entrenamiento adecuado o experiencia en la evaluación de la aceptabilidad de uniones de caños y tubos plásticos realizadas bajo el correspondiente procedimiento de unión.

## **MATERIAL DE GUIA**

No existe material de guía al presente.

## **PARTE G - REQUISITOS GENERALES DE CONSTRUCCION PARA LINEAS DE TRANSMISION Y CAÑERIA PRINCIPAL**

### **SECCION 301 - ALCANCE**

Esta parte prescribe requisitos mínimos para la construcción de líneas de transmisión y principales.

#### **MATERIAL DE GUIA**

No es necesario material de guía.

### **SECCION 303 - CUMPLIMIENTO CON LAS ESPECIFICACIONES O NORMAS**

Toda línea de transmisión o principal deberá ser construida de acuerdo con amplias especificaciones o normas escritas que sean compatibles con esta norma.

#### **MATERIAL DE GUIA**

No se requiere material de guía.

### **SECCION 305 - INSPECCION. GENERALIDADES**

Toda línea de transmisión o principal deberá ser inspeccionada para asegurar que esté construida de acuerdo con esta norma.

#### **MATERIAL DE GUIA**

Todo operador debe realizar las inspecciones a través de personal calificado ya sea por experiencia o entrenamiento. La inspección debe asegurar que todo el trabajo se realice conforme a las especificaciones del operador y a las normas que le sean aplicables, en el ámbito federal o local. El inspector debe estar autorizado para ordenar la reparación, o la remoción y reemplazo de cualquier componente que no conforme los requisitos arriba mencionados.

El operador debe reunir y conservar todos los registros necesarios.

### **SECCION 307 - INSPECCION DE MATERIALES**

Todo tramo de caño y cualquier otro componente, deberá ser visualmente inspeccionado, en el sitio de instalación, para asegurar que no haya sufrido ningún daño visible que pudiera afectar su grado de eficiencia.

#### **MATERIAL DE GUIA**

- a) El caño y demás componentes usados en la construcción de líneas de transporte y distribución podrán estar expuestos a posibles daños durante el manipuleo y transporte necesarios para llegar al lugar de instalación. Quienes realicen inspecciones visuales en el lugar de instalación deberán estar alertas de dicha situación. Además, se deberá actuar con cuidado para impedir daños de manipuleo durante la instalación.

- b) las inspecciones en obra para localizar arañazos profundos o estrías deben efectuarse antes de la operación de revestimiento y durante las operaciones de bajada y tapada.
- c) La inspección deberá controlar que la máquina revestidora no cause estrías o rayones perjudiciales al caño.
- d) Los desgarramientos del revestimiento de protección deben ser cuidadosamente examinados antes de reparar el recubrimiento para determinar si la superficie del caño fue dañada.
- e) Todas las reparaciones, reposiciones o modificaciones se inspeccionarán antes de ser cubiertas.
- f) Puesto que el caño plástico y demás componentes son susceptibles de daños por manipuleo, se deberá prestar atención durante las inspecciones en el lugar de instalación a efectos de detectar cortes, ranuras, raspones, deformaciones o imperfecciones similares.

### **SECCION 309 - REPARACION DE CAÑOS DE ACERO**

- a) Toda imperfección o daño que afecte el grado de eficiencia de un tramo de caño de acero, deberá ser reparada o eliminada. Si la reparación es realizada por amolado, el espesor de pared remanente deberá ser por lo menos igual a cualquiera de los puntos siguientes:
  - 1) el espesor mínimo requerido de acuerdo con las tolerancias admitidas por la especificación con la cual el caño fue fabricado; o
  - 2) el espesor de pared nominal requerido para la presión de diseño de la cañería.
- b) Todas las abolladuras que se indican seguidamente deberán ser eliminadas del caño de acero a ser operado a una presión que produzca una tensión circunferencial del 20% o más de la TFME:
  - 1) una abolladura que concentre tensiones, tal como rayadura, ranura o quemadura de arco;
  - 2) una abolladura que afecte la soldadura longitudinal o soldadura transversal;
  - 3) en caños a ser operados a una presión que produzca una tensión circunferencial de 40% o más de la TFME una abolladura que tenga una profundidad de:
    - i) mayor de 6,35 mm en caño de 324 mm (12 3/4") o menos de diámetro exterior; o
    - ii) más del 2% del diámetro nominal del caño en caños mayores de 324 mm (12 3/4") de diámetro exterior.

Para los propósitos de esta sección una "abolladura" es una depresión que produce una perturbación gruesa en la curvatura de la pared del caño sin reducir su espesor.

La profundidad de la abolladura es medida como la distancia entre su punto más bajo y la prolongación del contorno original del caño.
- c) Toda quemadura de arco en caño de acero a ser operado a una presión que produzca una tensión circunferencial del 40% o más de la TFME, debe ser eliminada o reparada. Si la reparación es realizada por amolado, la quemadura de arco debe ser completamente eliminada y el espesor de pared remanente debe ser por lo menos igual a cualquiera de los siguientes:
  - 1) el espesor de pared mínimo requerido de acuerdo a la tolerancia admitida por la especificación con la cual fue fabricado el caño; o
  - 2) el espesor de pared nominal requerido por la presión de diseño de la cañería.
- d) Una ranura, muesca, quemadura de arco o abolladura, no podrá ser reparada por la colocación de

parches o por martilleo.

- e) Toda ranura, muesca, quemadura de arco o abolladura que deba ser eliminada de un tramo de caño, lo será por corte en forma de cilindro.

## **MATERIAL DE GUIA**

### **QUEMADURAS DE ARCO (Ver Sección 309 c)**

Cuando la evidencia visible de la quemadura por arco se elimina por amolado, limpiar la zona amolada con una solución de persulfato de amonio al 20%. Un punto negro indica que se requiere nuevo amolado. Se ha logrado la eliminación completa de la entalladura metalúrgica creada por la quemadura de arco cuando la limpieza no da como resultado un punto negro.

## **SECCION 311 - REPARACION DE TUBO PLASTICO**

Cada imperfección o daño que pudiera reducir la capacidad de servicio del tubo plástico se reparará con un accesorio o método aprobado o se cortará y reemplazará el tramo de cañería o tubería.

## **MATERIAL DE GUIA**

### **1. GENERALIDADES**

#### **1.1 Calificación del personal**

Las reparaciones estarán a cargo de personal que haya demostrado capacidad para realizar reparaciones satisfactorias de acuerdo con la disposición de calificación de personal del Material de Guía en la Sección 281.

#### **1.2 Calificación del procedimiento**

Las reparaciones se realizarán de acuerdo con procedimientos establecidos y calificados según las disposiciones de calificación de procedimientos del material guía en la Sección 281.

#### **1.3 Recomendaciones del fabricante**

Se deberán tomar en cuenta las recomendaciones del fabricante de caño plástico al determinar el tipo de reparación a realizar. Se considerará especialmente el grado de daño a las fibras en el caso de caño plástico termoendurecido.

### **2. MANGUITOS Y PARCHES**

#### **2.1 Material**

- a) El espesor de pared del parche o manguito deberá ser por lo menos igual al del tubo.
- b) Si la reparación se realiza por fusión térmica, el parche o manguito deberá ser preferentemente del mismo tipo y grado.

Si la reparación se realiza con cemento solvente, el parche o manguito deberá ser esencialmente del mismo tipo y grado.

## 2.2 Consideraciones especiales

- a) Si se emplea un manguito de circundación total, el mismo deberá extenderse bastante más allá de la zona dañada para asegurar la integridad estructural.
- b) Si se emplea un manguito dividido de circundación total, la línea de unión longitudinal deberá estar lo más lejos posible de los defectos, pero en ningún caso a menos de 13 mm de distancia.

### **SECCION 313 - CURVAS Y CODOS**

- a) Toda curva ejecutada en obra en caño de acero, que no sea una curva corrugada hecha de acuerdo con la sección 315, deberá cumplir con lo siguiente:
  - 1) no podrá restringir la eficiencia de la cañería;
  - 2) para caños mayores de 100 mm de diámetro nominal, la diferencia entre el diámetro máximo y mínimo de la sección en una curva no podrá ser mayor del 2,5% del diámetro nominal;
  - 3) toda curva debe tener un contorno liso y estar libre de ondulaciones, agrietamientos, o cualquier otro desperfecto mecánico;
  - 4) en caños con costura longitudinal, ésta deberá estar tan cerca como sea posible del eje neutro de la curva, a menos que:
    - i) la curva esté hecha con una mandril interior de curvado; o
    - ii) el caño sea de diámetro exterior de 305 mm o menor, o tenga una relación diámetro a espesor menor que 70.
- b) Toda soldadura circunferencial de caño de acero que esté ubicada donde la tensión producida durante el curvado cause una deformación permanente en el caño, deberá ser ensayada por métodos no destructivos antes y después del proceso de curvado.
- c) Codos forjados de acero para soldar y segmentos transversales de estos codos, no podrán ser usados para cambios de dirección en caño de acero de 50 mm o mayor de diámetro, a menos que la longitud del arco, medido sobre la curva interna, sea por lo menos 25,4 mm (1").
- d) Toda curva que no sea corrugada fabricada de acuerdo con la Sección 315, deberá tener un perfil suave y estar libre de daños mecánicos.

### **MATERIAL DE GUIA**

El curvado en caliente de caños trabajados en frío o con tratamiento térmico debe estar diseñado de acuerdo con la Sección 105 b).

### **SECCION 315 - CURVAS CORRUGADAS EN CAÑO DE ACERO**

- a) Una curva corrugada no podrá ser efectuada en caño de acero para trabajar a una presión que produzca una tensión circunferencial del 30% o más de la TFME.
- b) Toda curva corrugada en caño de acero deberá cumplir con lo siguiente:
  - 1) no podrá tener ningún pliegue agudo;
  - 2) los pliegues deberán estar entre sí a una distancia de por lo menos un diámetro de caño,

medida a lo largo de la curva interior;

- 3) en caños de 406 mm de diámetro o mayores, la curva no podrá tener una deflexión mayor de  $1^{\circ}30'$ , por cada pliegue; y
- 4) en caños con costura longitudinal ésta deberá estar tan cerca como sea posible del eje neutro de la curva.

#### **MATERIAL DE GUIA**

No es necesario.

#### **SECCION 317 - PROTECCION CONTRA ACCIDENTES**

- a) Toda línea de transmisión o principal deberá ser protegida contra erosiones, inundaciones, suelos desmoronables, deslizamientos u otros peligros que podrían causar el movimiento de la cañería o someterla a cargas anormales. Además, las cañerías submarinas deberán ser protegidas de accidentes causados por deslizamientos de barro, corrientes de agua, huracanes, anclas de barcos y operaciones de pesca.
- b) Toda línea de transmisión o principal construida sobre tierra, no ubicada costa afuera o en zonas de aguas navegables interiores, deberá ser protegida contra daños accidentales provocados por el tránsito de vehículos u otras causas similares, mediante su colocación a suficiente distancia del tránsito o por la instalación de defensas adecuadas.
- c) Las cañerías, inclusive caños ascendentes, ubicadas en plataformas costa afuera o en aguas navegables interiores, deberán protegerse de daños accidentales causados por barcos.

#### **MATERIAL DE GUIA**

##### **1. PELIGROS NATURALES**

- a) Se tomarán precauciones razonables para proteger a la línea de transporte o de distribución (tales como aumento del espesor de pared, construcción de muros de sostenimiento de tierras, prevención de la erosión, instalación de anclajes e incorporación de flexibilidad).
- b) Cuando las líneas de transporte o de distribución cruzan áreas que normalmente se hallan bajo agua o son pasibles de inundación (como lagos, bahías, pantanos y cruces de ríos) se deberá aplicar a la línea un peso o anclaje suficiente para impedir la flotación. En cruces submarinos (que pueden sufrir derrumbes debidos a peligros naturales como modificación del lecho, elevadas velocidades del agua, profundización del canal o modificación de su ubicación en el lecho) se habrá de estudiar el diseño para proteger la línea de transporte o distribución. El cruce se ubicará en el margen y lecho más estables, y la profundidad de la línea, la localización de las curvas instaladas en las márgenes y el espesor de pared del caño se seleccionarán en base a las características del cruce.

##### **2. CAÑERIAS Y ACOMETIDAS DE PLATAFORMA**

- a) Siempre que resulte factible, las cañerías de plataforma por debajo del nivel más bajo se instalarán en el lado interno del plano vertical establecido por la intersección de los soportes estructurales más externos y el nivel de pleamar.
- b) Siempre que sea factible, las acometidas se ubicarán a lo largo de los lados de una plataforma excepto aquellas donde desembarcan los botes. Podrá agregarse protección adicional instalando defensas o cerramientos para buques. Cuando se instalen acometidas en superficies de una plataforma en la que haya zonas de desembarco, las mismas se instalarán del lado interno del desembarcadero o bien se las protegerá con defensas o estructuras comparables en cuanto a la resistencia mecánica a la zona de desembarco. Cuando se instalen acometidas de 6" o menos, se

deberá considerar la posibilidad de suministrar mayor protección en la proximidad de la línea de agua instalando un elemento estructural de mayor resistencia mecánica.

### **3. CONSIDERACIONES PARA REDUCIR EL DAÑO PROVOCADO POR FUERZAS EXTERNAS**

#### **3.1 En tierra**

Ver Apéndice G-13 del Material de Guía.

#### **3.2 Costa afuera**

En el diseño y construcción de gasoductos costa afuera, se habrá de considerar la colocación de derivaciones, válvulas, desvíos y demás elementos bajo el nivel del mar a fin de evitar o mitigar daños producidos por anclajes, redes, etc. Se ha de averiguar si dependencias oficiales han establecido reglamentaciones que pueden afectar el diseño y construcción de gasoductos costa afuera.

### **4. CONSIDERACIONES PARA REDUCIR EL DAÑO PROVOCADO POR OPERACIONES EXPLOSIVAS**

Ver Apéndice G-16 del Material de Guía.

## **SECCION 319 - INSTALACION DE LA CAÑERIA EN LA ZANJA**

- a) Toda línea deberá ser instalada de manera de adaptarse a la zanja y de reducir al mínimo las tensiones y proteger el revestimiento de posibles deterioros.
- b) Cuando una zanja para cualquier línea sea rellenada, deberá serlo de modo que:
  - 1) provea firme apoyo bajo el caño; y
  - 2) evite daños al caño y su revestimiento por parte de equipos o del material de relleno.
- c) Todo caño costa afuera en agua con una profundidad mínima de 12 pies, pero no más de 200, medidos desde la bajamar media, se instalará de modo tal que la parte superior del caño esté por debajo del fondo natural salvo que el caño esté soportado por pilotes, mantenido en su lugar por anclajes o un revestimiento pesado de hormigón, o protegido por medios equivalentes.

## **MATERIAL DE GUIA**

### **1. INSTALACION**

#### **1.1 Consideraciones generales**

En gasoductos que operan a tensiones del 20% o más del TFME, resulta importante minimizar las tensiones inducidas en la cañería por construcción. El caño debería acomodarse en la zanja sin el uso de fuerzas externas que lo mantengan en su lugar hasta completar el relleno. Uno de los medios efectivos para proporcionar soporte firme y minimizar tensiones de construcción es la colocación periódica de bolsas de arena, bancos de espuma de estireno, etc., a lo largo del fondo de la zanja. Cuando se tienden largos tramos de caño que han sido soldados a lo largo de la zanja, se deberá obrar con cuidado para evitar sacudidas o tirones o la imposición de deformaciones que pudieran arrugar o plegar el caño de manera permanente. Cuando las condiciones de tendido de caño aconsejen su uso, se emplearán endicamientos paralelos al tendido.

## **1.2 Zonas de rompientes**

En las zonas de rompientes se deberá considerar el mantenimiento de la posición del caño bajo condiciones previstas de flotabilidad y movimiento de las aguas.

Esto podrá lograrse:

- 1) Enterrando el caño a una profundidad mayor por debajo del fondo natural.
- 2) Usando lastrado con hormigón.
- 3) Usando anclajes.

## **1.3 Inspecciones**

a) En tierra:

- 1) Se deberá inspeccionar el estado del fondo de la zanja antes de tender el caño.
- 2) Se inspeccionará la superficie del caño revestido a medida que se baje a la zanja. Las laceraciones del revestimiento indican que el caño puede haber sido dañado una vez aplicado el revestimiento.
- 3) La acomodación del caño en la zanja se inspeccionará antes del relleno.

b) Costa afuera:

- 1) Se inspeccionará la superficie del revestimiento anticorrosivo preventivo antes del lastrado.
- 2) Se inspeccionará el lastrado antes de soldar el caño.

## **2. PROTECCION DE LA UNION**

### **2.1 Arneses o soportes**

Deberán colocarse arneses o soportes adecuados en las uniones cuando el caño se desvía de una línea recta y el empuje, si no se contiene, separaría las uniones.

### **2.2 Consideraciones especiales**

El caño de fundición instalado en suelo inestable deberá contar con soportes adecuados. (Ver material guía en la Sección 755).

## **3. RELLENO**

### **3.1 Generalidades**

El relleno se hará de manera de proporcionar un apoyo firme debajo del caño.

### **3.2 Material de relleno**

a) **Generalidades**

Si existen piedras grandes en el material a usar de relleno, se deberá obrar con cuidado para evitar dañar el revestimiento. Ello se puede lograr usando material protector o efectuando un relleno inicial con material suficientemente libre de piedras para evitar daños.

b) Efectos en el sistema de protección catódica. Se deben considerar los posibles efectos de aislamiento

en las corrientes de protección catódica que pudieran originarse por la instalación de materiales no conductivos tales como protecciones y rellenos de roca.

### **3.3 Protección contra rocas**

Cuando se use protección contra piedras para impedir daños al revestimiento, la misma se instalará de manera adecuada. Un método para instalar un material protector tipo envolvente consiste en asegurar la protección contra piedras por completo alrededor del caño usando cinta de fibra de vidrio u otro material adecuado. La protección contra piedras no deberá cubrir el caño a menos que colocándose en la zanja relleno adecuado que permita soportar el caño continua y convenientemente.

### **3.4 Consolidación**

Si para consolidar el relleno se anega la zanja, se deberán extremar los cuidados para evitar que el caño flote saltándose de su base firme en el fondo de la zanja. Cuando se instalen redes de distribución en caminos existentes o propuestos o en suelos inestables, se aumentará la consolidación por anegación mediante rodillo o compactación mecánica. Se permite el uso de compactación mecánica de sustentación múltiple en lugar de inundación.

## **SECCION 321 - INSTALACION DE TUBERIA PLASTICA**

- a) El tubo plástico debe ser instalado por debajo del nivel del terreno.
- b) El tubo plástico que sea instalado en una cámara o cualquier otro recinto subterráneo, deberá estar completamente encamisado con caños y accesorios metálicos herméticos al gas, los que estarán adecuadamente protegidos contra la corrosión.
- c) El tubo plástico debe ser instalado de modo que se minimicen las tensiones de tracción o de corte.
- d) El tubo termoplástico que no esté encamisado deberá tener un espesor de pared mínimo de 2,29 mm, excepto los tubos con un diámetro exterior de 22,2 mm o menos, que pueden tener un espesor de pared mínimo de 1,58 mm.
- e) El tubo plástico que no esté encamisado debe tener un alambre conductor eléctrico u otros medios para localizar el tubo cuando éste está enterrado, o para advertir su presencia, ante la eventual intervención de terceros por excavación o perforación.
- f) El tubo plástico para ser encamisado deberá insertarse en el caño camisa de modo que el plástico quede protegido. El extremo anterior del tubo plástico deberá estar cerrado antes de su inserción.
- g) Se deberá tener en cuenta lo establecido en la norma GE-N1-136.

## **MATERIAL DE GUIA**

### **1. PRECAUCIONES GENERALES**

#### **1.1. Manipulación**

Se debe tener la precaución de evitar el manipuleo violento de los caños de plástico. No se los debe empujar o arrastrar sobre salientes agudas, no se los debe dejar caer, ni tampoco permitir que caigan otros objetos sobre ellos. Se debe tener cuidado para evitar que se curven o se aplasten. Cualquier curva o aplastamiento debe eliminarse cortando un cilindro completo.

#### **1.2 Consideraciones para minimizar daños por fuerzas exteriores**

Ver Apéndice G-13 del Material de Guía.

### **1.3 Otras**

- a) Los materiales plásticos difieren en su capacidad de resistir daños provocados por acción del fuego, del calor y de los productos químicos. Se deberá tener cuidado en todo momento de proteger el caño por estos riesgos.
- b) Los caños de plástico deben estar adecuadamente soportados durante el almacenamiento. Los caños de termoplástico y sus accesorios deben protegerse de la exposición al sol directo durante períodos prolongados (Ver punto 2 del Material de Guía de la Sección 59).

## **2. CAÑERÍA PLÁSTICA ENTERRADA DIRECTAMENTE**

### **2.1 Contracción**

La cañería debe ser instalada con suficiente holgura previendo posibles contracciones. Bajo condiciones de alta temperatura, puede ser necesario un enfriamiento antes de realizar la última conexión (Ver punto 5.4 del Material de Guía de la Sección 281).

### **2.2 Esfuerzos en la instalación**

Cuando se bajen a la zanja tramos de cañería de gran longitud ensambladas a lo largo de la excavación, se deberá tener la precaución de evitar todo esfuerzo que pueda sobretensionarla o torcerla, o imponer tensiones excesivas sobre las uniones.

### **2.3 Relleno**

#### **a) Generalidades**

No deberán emplearse cuñas o calzas para soportar caño plástico. Este deberá ser tendido sobre suelo intacto, sobre suelo bien compactado o apisonado, o sobre otro apoyo continuo. Si la cañería plástica va a ser tendida sobre suelos que podrían dañarla, se deberá proteger mediante un material, libre de piedras, adecuado.

#### **b) Material de relleno**

El relleno de la zanja se debe realizar de manera tal que ofrezca un apoyo firme en torno del caño. El material de relleno deberá estar libre de piedras grandes, trozos de pavimento o cualquier otro material que pudiera dañar el caño.

#### **c) Consolidación**

Cuando se anegue la zanja para consolidar el relleno, se deberá tomar la precaución de comprobar que la cañería no flote separándose de su apoyo firme en el lecho de la zanja.

Cuando se instalen cañerías principales y servicios en carreteras existentes o proyectadas o en terreno inestable, el anegamiento deberá ser complementado con compactación mecánica o mediante rodillos. Se puede emplear compactación mecánica en varias etapas o niveles, en lugar del anegamiento. Se deberá tener la precaución de no causar una ovalización excesiva de la cañería plástica cuando se use compactación mecánica.

## **3. CAÑO PLÁSTICO INSERTADO EN UNA CAMISA O EN UNA CAÑERÍA ABANDONADA**

### **3.1 Generalidades**

- a) El caño de camisa o la cañería abandonada deberá prepararse de modo tal que quede eliminado cualquier borde agudo, salientes, escorias de soldadura o material abrasivo que pudieran dañar el caño de plástico durante o después de la inserción.

- b) Deberá usarse un manguito soporte o tapón para evitar que el caño plástico apoye sobre el extremo del caño camisa o cañería abandonada.

### **3.2 Consideraciones especiales**

- a) La porción de caño plástico que atraviese una zona de terreno removido deberá ser protegida mediante travesaños, compactación del suelo sobre el que apoya o por otros métodos con el fin de prevenir que el hundimiento del relleno someta a esfuerzos de corte a la cañería.
- b) La porción de caño de plástico que queda expuesta debido a la remoción de un sector del encamisado o cañería abandonada, deberá ser suficientemente fuerte o estar protegida por entibado u otros medios, para soportar la carga externa previsible del terreno.
- c) El caño plástico encamisado puede contraerse debido a que conduce gas frío o por baja temperatura ambiente (Ver el Material de Guía de la Sección 281).
- d) Cuando la migración, a través del espacio anular entre el caño plástico y el caño camisa o cañería abandonada, del gas proveniente de una fuga pudiera originar una situación peligrosa, se deberá considerar la obturación de dicho espacio en uno o ambos extremos. También pueden obturarse puntos intermedios tales como donde la camisa se corte para permitir la instalación de una te de servicio o una derivación. Se pondrá cuidado en la elección del material de obturación, para evitar dañar el caño plástico. Tanto la espuma de uretano como la lechada de cemento, han demostrado ser efectivas para este propósito.
- e) Si el agua que se ha acumulado entre la camisa o cañería abandonada y el caño de transporte se congela, este último puede estrecharse afectando su capacidad o dañarse causando una pérdida. Uno o más de los siguientes pasos pueden tomarse para reducir esta posibilidad:
  - 1) Dimensionar el caño de manera tal que la formación de hielo entre él y el encamisado no lo estreche en un grado tal como para afectar el servicio.
  - 2) Prever drenajes en los puntos más bajos del caño camisa o cañería abandonada.
  - 3) Insertar un relleno, tal como material en forma de espuma de celdas cerradas, en el espacio anular.

## **4 PRECAUCIONES PARA EL CURVADO**

### **4.1 Consideraciones generales**

Las curvas deberán estar libres de deformaciones, grietas y todo otro defecto que signifique un daño.

### **4.2 Radio de curvado**

El caño de plástico no podrá ser curvado con un radio menor al mínimo recomendado por el fabricante para la clase, tipo, grado, espesor de pared y diámetro del caño de plástico que se esté empleando en particular.

## **5. ESTRANGULAMIENTO Y REAPERTURA DE CAÑO TERMOPLASTICO CON EL PROPOSITO DE CONTROLAR LA PRESION**

### **5.1 Investigación preliminar**

Antes de estrangular y reabrir un caño termoplástico, se deberán realizar investigaciones y ensayos para determinar que caño del tipo, grado, diámetro y espesor de pared de idéntica elaboración, puede ser estrangulado y reabierto sin causar fallas, bajo las condiciones que prevalecerán en oportunidad de efectuar las mencionadas operaciones.

## **5.2 Consideraciones de campaña**

- a) El trabajo se deberá efectuar utilizando equipo y procedimientos que hayan sido establecidos y hayan probado mediante ensayos ser capaces de llevar a cabo la operación, segura y efectivamente.
- b) A menos que se haya determinado por investigación y ensayos que el estrangulamiento y la reapertura no afectan significativamente las propiedades a largo plazo del caño, la zona del mismo afectada por las mencionadas acciones deberá ser reforzada de acuerdo con el Material de Guía de la Sección 311.
- c) Para evitar prensar en el mismo lugar, deberá ponerse una marca permanente o un zuncho en el caño plástico, en la ubicación del lugar de prensado.

## **SECCION 323 - ENCAMISADO**

Cada camisa usada en líneas de transporte o distribución debajo de una autopista o línea ferroviaria deberá cumplir con lo siguiente:

- a) Las camisas se diseñarán para soportar las cargas sobrepuestas.
- b) Si existe la posibilidad de que ingrese agua en la camisa, se deberán sellar los extremos.
- c) Si se sellan los extremos de la camisa sin venteo y el sellado es lo suficientemente fuerte para resistir la máxima presión de servicio admisible de operación del caño, se deberá diseñar la camisa de modo de mantener dicha presión a un nivel de tensión de no más del 72% de la TFME.
- d) Si se instalan venteos en una camisa, los mismos se protegerán de las condiciones climáticas a efectos de no permitir el ingreso de agua en la camisa.

## **MATERIAL DE GUIA**

Cuando se deba encamisar o entibar cañería plástica, se tomarán las precauciones necesarias para impedir el aplastamiento o corte del caño. (Ver material de guía en la Sección 321).

## **SECCION 325 - ESPACIAMIENTO ENTRE ESTRUCTURAS SUBTERRANEAS**

- a) Cada línea de transporte se instalará con, por lo menos, 50 cm de luz respecto de cualquier otra estructura subterránea no asociada con la línea en cuestión. En caso de no poder alcanzar esta luz se deberá proteger a la línea de daños que pudieran derivar de la cercanía de la otra estructura.
- b) Cada línea de distribución se instalará con la luz suficiente respecto de otras estructuras subterráneas para permitir el adecuado mantenimiento y proteger a la línea de daños que pudieran derivar de la cercanía de la otra estructura.
- c) Además de cumplir con los requisitos de los incisos a) o b) de esta sección, cada línea de transporte o distribución en material plástico se instalará con la luz suficiente, o bien se aislará de toda fuente de calor de modo de impedir que el mismo perjudique la capacidad de servicio de caño.
- d) Cada envase tipo caño o tipo botella se instalará con una luz mínima respecto de cualquier otro envase según Sección 175 b).
- e) En el cuadro 325i se determinan las distancias que deben respetarse.

TABLA 325 i

DISTANCIAS DE SEGURIDAD

DISTANCIAS MINIMAS (m)

DESDE	HASTA	$\phi \leq 152 \text{ mm (6")}$	$203 \text{ mm (8")} \leq \phi \leq 305 \text{ mm (12")}$	$\phi \geq 355 \text{ mm (14")}$
<p>1) RAMALES DE ALIMENTACION Y LINEAS PRINCIPALES DE RED DE DISTRIBUCION DE GAS NATURAL Zonas urbanas (trazado clase 3 y 4) *</p> <p>entre 3 y 6 kg/cm<sup>2</sup> (2,94 a 5,88 bar) entre 6 y 15 kg/cm<sup>2</sup> (5,88 a 14,71 bar) entre 15 y 25 kg/cm<sup>2</sup> (14,71 a 24,57 bar)</p> <p>Zonas suburbanas (trazado clase 2 y 3) * entre 3 y 25 kg/cm<sup>2</sup> (2,94 a 24,57 bar) id. rangos zona urbana entre 25 y 40 kg/cm<sup>2</sup> (24,57 a 39,22 bar)</p>	<p>Línea de edificación</p>	<p>3</p> <p>6</p> <p>7,5</p> <p>Idem zona urbana</p> <p>10</p>	<p>3</p> <p>7,5</p> <p>10</p> <p>Idem zona urbana</p> <p>15</p>	<p>7,5</p> <p>10</p> <p>15*</p> <p>Idem zona urbana</p> <p>20**</p>
<p>2) GASODUCTOS DE TRANSPORTE Presiones de trabajo superiores a 40 kg/cm<sup>2</sup> (39,22 bar) Trazado clase 1 y 2 *</p> <p>Trazado clase 3 *</p> <p>Trazado clase 1, 2 y 3</p>	<p>Línea de edificación y límite zona de restricción (sin construcciones)</p> <p>Línea de edificación y límite zona de restricción (sin construcciones)</p> <p>Límite zona sin árboles</p> <p>Cañerías paralelas de gasoductos, propano-ductos, oleoductos, poliductos, etc.***</p> <p>Cañerías paralelas de gasoductos, propano-ductos, oleoductos, poliductos, etc. en cruces de ríos.</p> <p>Planta compresora.</p> <p>Planta compresora</p>	<p>10</p> <p>7,5 #</p> <p>10</p> <p>7,5</p> <p>10</p> <p>15</p> <p>--</p> <p>--</p>	<p>15</p> <p>10 #</p> <p>15</p> <p>10 ##</p> <p>10</p> <p>10</p> <p>20</p> <p>100</p> <p>150</p>	<p>**</p> <p>30</p> <p>20 #</p> <p>15 ##</p> <p>25</p> <p>15 ##</p> <p>12,5</p> <p>10</p> <p>30</p> <p>100</p> <p>150</p>
<p>Válvula de bloqueo, entrada y salida de planta compresora</p>				
<p>3) RAMALES, LINEAS PRINCIPALES DE RED DISTRIBUCION Y GASODUCTOS DE TRANSPORTE (cualquier clase de trazado)</p>	<p>Líneas A.T. aérea</p> <p>Líneas A.T. subterráneas (excluidos serviductos)</p> <p>Puestas a tierra de líneas A.T.</p>	<p>5</p> <p>0,5</p> <p>0,5 c/10 kV (mín. 10)</p>	<p>10</p> <p>1</p> <p>1 c/10 kV (mín. 10)</p>	<p>10</p> <p>1</p> <p>1 c/10 kV (mín. 10)</p>

TABLA 325 i

- Continuación -

- En casos especiales estas distancias podrán reducirse utilizando una tensión circunferencial máxima del 30% del límite de fluencia previa autorización de Seguridad Industrial.
- Seguridad Industrial tomará intervención en estos proyectos.
- Las distancias podrán reducirse en casos especiales debiendo tomar intervención Seguridad Industrial.
- # El espesor de la cañería se calculará con un factor de diseño  $F = 0,50$  en una longitud de 200 m aguas arriba y aguas abajo de los edificios extremos del grupo que determina la clase de trazado.
- # El espesor de la cañería se calculará con un factor de diseño  $F = 0,40$  en una longitud de 200 m aguas arriba y aguas abajo de los edificios extremos del grupo que determina la clase de trazado.

## MATERIAL DE GUIA

### 1. LUZ

Deberá mantenerse suficiente espacio entre líneas principales de redes de distribución y otras estructuras subterráneas para:

- a) Permitir la instalación y operación de dispositivos para mantenimiento de emergencias (tales como abrazaderas para fugas, accesorios para control de presión y equipo para estrangular tubos).
- b) Permitir la instalación de ramales de servicio tanto a las redes de distribución como a otras estructuras subterráneas, según se requiera.
- c) Proporcionar protección contra el calor proveniente de otras instalaciones subterráneas tales como líneas de vapor o de electricidad, en particular cuando la tubería plástica se instala en zanjas comunes (serviducto) con dichas fuentes de calor.

### 2. ESTRUCTURAS SUBTERRANEAS ADYACENTES

Al instalar nuevas líneas de distribución o reemplazar las existentes, se deberá considerar la proximidad y estado de conductos, ductos, líneas cloacales y similares estructuras existentes, incluyendo estructuras abandonadas, puesto que son una vía potencial para la migración del gas que se fuga.

### SECCION 327 - TAPADA

- a) Excepto lo dispuesto en párrafos c) y d) de esta sección, toda línea de transmisión enterrada deberá ser instalada con una tapa mínima de acuerdo a la siguiente tabla:

TABLA 327 i

UBICACION	SUELOS NORMALES	ROCA CONSOLIDADA
Trazado clase 1	0,80 m	0,45 m
Trazado clase 2, 3 y 4	1 m	0,60 m
Zanjas de drenaje de cruces de caminos públicos y ferrocarriles	1 m	0,60 m

Para poder considerar la tapada mínima indicada en "roca consolidada" el caño, incluido su revestimiento cuando lo tenga, debe estar totalmente alojado en una zanja cavada en la roca.

- b) Excepto lo dispuesto en los párrafos c) y d) de esta sección, todo caño principal deberá ser instalado con una tapada mínima igual a la que corresponda de acuerdo al siguiente cuadro:

**TABLA 327 ii**

Tapadas mínimas y anchos de zanjas en instalaciones de cañerías principales ubicadas en vereda:

DIAMETRO NOMINAL (mm)	ANCHOS (m)	TAPADAS (m)
305	0,60	0,80
254	0,60	0,80
203	0,60	0,75
152	0,40	0,75
102	0,40	0,60
76	0,20	0,50
51	0,20	0,45
38	0,20	0,40

NOTA: Para tapadas mayores se deberán respetar los anchos mínimos establecidos con las siguientes limitaciones:

0,40 m de ancho hasta 1,10 m de tapada.

0,60 m de ancho hasta 2 m de tapada.

0,80 m de ancho hasta 3 m de tapada.

**TABLA 327 iii**

Tapadas mínimas y anchos de zanja en instalaciones de cañerías principales ubicadas en calzada.

DIAMETRO NOMINAL (mm)	ANCHOS (m)	TAPADAS (m)
305	0,60	0,80
254	0,60	0,80
203	0,60	0,80
152	0,40	0,80
102	0,40	0,80
76	0,20	0,80
51	0,20	0,80
38	0,20	0,80

NOTA: Para tapadas mayores se deberán respetar los anchos mínimos establecidos con las siguientes limitaciones:

0,40 m de ancho hasta 1,10 m de tapada.

0,60 m de ancho hasta 2 m de tapada.

0,80 m de ancho hasta 3 m de tapada.

- c) Cuando una estructura subterránea impida la instalación de una línea de transmisión o principal con la tapada mínima, la línea podrá ser instalada con menor tapada, si es provista de protección adicional que soporte previsible cargas externas.
- d) Todo caño instalado en un río navegable, arroyo o puerto, deberá tener una tapada mínima de 1,20 m en suelo o 0,60 m en roca compacta; instalado en cualquier ubicación costa afuera sumergido a menos de 3,60 m de profundidad (medido desde el nivel medio de bajamar), deberá tener una tapada mínima de 0,90 m en suelo o 0,45 m en roca compacta entre el lomo del caño y el fondo del lecho. No obstante, se permite una tapada menor que la mínima cumpliendo lo indicado en el párrafo c) de esta sección.

#### **MATERIAL DE GUIA**

Ver Apéndice G-13 del Material Guía "Consideraciones para Minimizar Daños provocados por Fuerzas Externas".

## **PARTE H - MEDIDORES, REGULADORES Y LINEAS DE SERVICIOS, PARA USUARIOS**

### **SECCION 351 - ALCANCE**

Esta parte prescribe los requerimientos mínimos para la instalación de medidores, reguladores, líneas de servicios y válvulas en líneas de servicios, y conexiones de la línea de servicios a caños principales, para usuarios.

#### **MATERIAL DE GUIA**

Ver las "Disposiciones y normas mínimas para la ejecución de instalaciones domiciliarias de gas", las "Disposiciones, normas y recomendaciones para instalaciones industriales que usan gas natural" y la Norma GE-N1 -136, de Gas del Estado, (Ver Apéndice G-1).

### **SECCION 353 - MEDIDORES Y REGULADORES PARA CLIENTES. UBICACION**

- a) Todo medidor o regulador de servicio, tanto sea dentro o fuera de un edificio, deberá ser instalado en un lugar fácilmente accesible y estar protegido contra la corrosión y otros daños. Sin embargo, en caso de conexión en serie de dos reguladores, el de aguas arriba podrá ser enterrado.
- b) Todo regulador de servicio instalado dentro de un edificio deberá ser ubicado tan cerca como sea posible del punto de entrada de la línea de servicio, sobre línea municipal.
- c) Todo medidor instalado dentro de un edificio deberá ser ubicado en lugar ventilado y a no menos de 1 m de cualquier fuente de ignición o de calor, que pudiera dañar al medidor.
- d) En el caso de reguladores en serie, el de aguas arriba, de ser posible deberá ser ubicado fuera del edificio, a menos que esté instalado en una construcción separada destinada a medición o regulación.

#### **MATERIAL DE GUIA**

##### **1. RECOMENDACIONES GENERALES**

- a) Por lo general, los medidores se instalarán junto al regulador de servicio. Cuando se coloque más de un medidor en un edificio, se instalarán en una única ubicación siempre que resulte práctico.
- b) Se recomienda instalar el medidor en una ubicación sobre la superficie y línea municipal cuando las condiciones climáticas, la disponibilidad de espacio y demás condiciones lo permitan.
- c) Al seleccionar una ubicación para el medidor, se deberá considerar el daño potencial provocado por fuerzas externas (tales como vehículos, equipo de construcción, herramientas o materiales, que pudieran colocarse sobre el medidor, así como la caída de objetos). Cuando resulte evidente dicha posibilidad, se protegerá el medidor o bien se elegirá una ubicación alternativa.
- d) No se instalarán medidores ni reguladores de servicio en contacto con el suelo u otros materiales potencialmente corrosivos. También se tendrá en cuenta el potencial de corto circuito del accesorio de aislación.
- e) Ver en Material de Guía en la Sección 479 consideraciones relativas a la corrosión atmosférica.
- f) Los medidores y reguladores de servicio se ubicarán en lugares accesibles para la lectura, inspección, reparación, ensayo, cambio y operación de la válvula de cierre de gas.
- g) La ubicación del medidor debería permitir la instalación del servicio en línea recta perpendicular a la

cañería principal.

- h) No se deberán instalar reguladores y medidores de servicio en las siguientes ubicaciones:
  - 1) Debajo o delante de ventanas u otras aberturas de edificios que pudieran usarse como salidas de emergencia para incendio o debajo de escaleras interiores o exteriores.
  - 2) Sótano de pequeña altura con espacio reducido.
  - 3) Cerca de entradas de aire del edificio..
- i) En tanto sea práctico, ningún edificio deberá tener más de una línea de servicio ni más de una ubicación de medidor.

## 2. UBICACION DE MEDIDORES EXTERNOS

Los medidores externos se instalarán en las siguientes ubicaciones:

- a) Preferentemente, en superficie en un lugar protegido, sobre la línea municipal del edificio que se abastece.
- b) En "cámaras enterradas de medidor" correctamente diseñadas.
  - 1) La cámara de medidor se ubicará en la propiedad del usuario, adyacente a la línea municipal del edificio y cerca de la red de gas.
  - 2) Se podrán ubicar las cámaras en una servidumbre pública (se requiere el consentimiento de las autoridades municipales).
  - 3) Las consideraciones correctas de diseño y ubicación deberán incluir ventilación, tránsito vehicular, escurrimiento de aguas de superficie, tablas de pleamar y proximidad a las entradas de aire o aberturas del edificio.
  - 4) Las cañerías instaladas a través de las paredes de la cámara deberán revestirse de manera adecuada para protegerlas de la corrosión.
  - 5) Observar el artículo 189 b) que estipula:

**No podrá conectarse una cámara que contenga cañerías de gas por medio de una conexión de drenaje a ninguna otra estructura subterránea.**

## 3. UBICACION DE MEDIDORES INTERNOS

- a) Se consideran las ubicaciones de medidores internos bajo las siguientes condiciones:
  - 1) Cuando no exista una ubicación externa aceptable.
  - 2) Se requiera protección de la temperatura ambiente para evitar el congelamiento del medidor. (Esta condición se encuentra generalmente en sistemas de baja presión que toman la humedad de depósitos de gas con cierre hidráulico u otras fuentes).
- b) No se deberán colocar medidores de gas en salas cerradas de motores, calderas, calefactores o equipos eléctricos, ni en salas de estar, placares, vestidores, baños o ubicaciones similares.
- c) Cada regulador de servicio instalado en un edificio deberá ubicarse lo más cerca posible del punto de ingreso de la línea de servicio. Deberá contarse con un venteo separado al exterior para cada regulador.

- d) Cuando un medidor o regulador se instale dentro de un edificio, se deberá colocar fuera del mismo una válvula de bloqueo sobre línea municipal, de fácil acceso.

#### **4. OTRAS UBICACIONES PARA MEDIDORES**

Otra consideración alternativa es un gabinete construido especialmente dentro de la pared del edificio, sellado desde dentro del mismo y que ventee al exterior, desde donde se deberá poder acceder fácilmente.

### **SECCION 355 - MEDIDORES Y REGULADORES DE USUARIOS. PROTECCION ANTE DAÑOS**

#### **a) PROTECCION ANTE EL VACIO O CONTRAPRESION**

Si el equipo de un usuario pudiera crear vacío o bien contrapresión, se habrá de instalar un dispositivo de protección del sistema.

#### **b) VENTEOS Y VENTEOS DE SEGURIDAD DEL REGULADOR DE SERVICIO**

Los venteos y venteos de seguridad del regulador de servicio deben terminar en el exterior, y el terminal deberá:

- 1) ser resistente a la lluvia y a los insectos;
- 2) ubicarse en un lugar desde el cual el gas del venteo pueda escapar libremente a la atmósfera y salir lejos de cualquier abertura perteneciente a un edificio y por la cual pudiera ingresar al mismo;
- 3) protegerse de daños provocados por inmersión en zonas de inundación.

#### **c) FOSAS Y CAMARAS**

Cada fosa o cámara que aloje un medidor o regulador del usuario en un lugar donde se prevea tránsito vehicular, deberá poder soportar dicho tránsito.

### **MATERIAL DE GUIA**

#### **1. DISPOSITIVO DE PROTECCION**

Se deberá instalar un dispositivo adecuado de protección aguas abajo del medidor y del regulador, bajo las siguientes condiciones:

- a) Si el equipo del usuario (por ejemplo, un compresor de gas) produjera una caída excesiva de la presión del gas o un vacío en el medidor o regulador, se debería usar un dispositivo de protección del tipo siguiente:
  - 1) Válvula de cierre automático con reposición manual (por reducción de presión).
  - 2) Orificio reductor.
  - 3) Dispositivo de regulación programado para cerrar a una determinada baja de presión.
- b) Si el equipo del usuario pudiera hacer que gas comprimido, aire comprimido, oxígeno, etc. reingresara al medidor o regulador, se deberá instalar un dispositivo de protección del tipo siguiente:
  - 1) Válvula de retención.

- 2) Válvula de cierre automático con reposición manual (por aumento de presión).
  - 3) Dispositivo de regulación programado para cerrar a una determinada suba de presión. El dispositivo de protección debe brindar un cierre hermético en caso de que se produzca la inversión del flujo. Se habrá de considerar el riesgo de explosión de aire u oxígeno mezclado con gas natural u otros hidrocarburos.
- c) Si un suministro de gas complementario o alternativo (como GLP) se interconecta para usarlo de reserva y existe el riesgo de reflujo al medidor o regulador, se deberá usar un dispositivo de protección tal como los listados en 1 a) y b). Una válvula de tres vías que cierre el suministro normal de gas antes de admitir el suministro alternativo podría eliminar la necesidad de un dispositivo protector.

## **2. DAÑOS POR CORROSION**

En caso de probabilidad de daños por corrosión a medidores y reguladores de servicio, ver Material de Guía en la Sección 479.

## **3. CONSIDERACIONES PARA REDUCIR DAÑOS PROVOCADOS POR FUERZAS EXTERNAS:**

Ver Apéndice G-13 del Material de Guía.

## **4. REGULADOR Y TAPAS DE LOS VENTEOS DE SEGURIDAD**

Todos los reguladores externos y la terminal externa de todas las líneas de seguridad y venteo del regulador de servicio deberán contar con tapas, accesorios u otro tipo de protección. La protección se instalará de acuerdo con las instrucciones del fabricante, y deberá cumplir con los requisitos de la Sección 355 b). Cuando existan posibilidades de exposición a serias condiciones de congelamiento o agua, se deberá utilizar accesorios especiales u otros elementos para impedir el bloqueo de las líneas de venteo o seguridad o la interferencia con la operación del regulador debido a hielo o agua.

## **SECCION 357 - MEDIDORES Y REGULADORES DEL USUARIO. INSTALACION**

- a) Todo medidor y todo regulador deberá ser instalado de manera de evitar tensiones previsibles sobre la cañería de conexión y el medidor.
- b) Cuando sean usados niples de unión roscados en toda su longitud, el espesor remanente después que la rosca sea ejecutada deberá cumplir con el espesor mínimo de pared requerido en esta norma.
- c) No podrán usarse conexiones de plomo u otro material específicamente no aceptado en la instalación de medidores o reguladores.
- c) Se deberá ventear a la atmósfera exterior cada regulador que pudiera liberar gas en su operación.
- d)

## **MATERIAL DE GUIA**

### **1. ACCESIBILIDAD**

Se deberá instalar el medidor donde sea fácil leerlo y acceder a sus conexiones. Ver Material de Guía de la Sección 353 por consideraciones de ubicación.

### **2. REDUCCION DE TENSIONES PREVISTAS**

- a) Se deberá obrar con cuidado a fin de asegurar que las cañerías del medidor no se instalen bajo tensión.

- b) Cuando se pueda, se diseñará la porción exterior de la línea de servicio, incluyendo las cañerías asociadas, de manera tal que fuerzas exteriores no le causen daño ni provoquen fugas que puedan penetrar dentro del edificio.
- c) Podrán usarse técnicas de uniones articuladas para reducir los problemas de tensión de cañerías y para una fácil instalación. Para diámetros de caño hasta 32 mm, cuando no se instalen barras de medidor para soporte de cañería, la práctica industrial habitual consiste en usar uniones articuladas.
- d) Las uniones metálicas roscadas en caño de más de 4" de diámetro son difíciles de montar sin que se produzcan fugas en las mismas. En caño de más de 4" se debería considerar el uso de uniones de acero soldadas.
- e) Las cañerías se soportarán para reducir tensiones en el cuerpo del regulador, la caja del medidor y sus cañerías. Se deberán usar refuerzos, plataformas de apoyo, soportes, ménsulas y soportes colgantes, en la medida en que sea necesario. Los soportes de cañerías horizontales de acero tendrán una separación según la tabla 357i.

**TABLA 357 i**

MAXIMA SEPARACION DE SOPORTES HORIZONTALES PARA CAÑERIAS DE ACERO	
DIAMETRO NOMINAL DE CAÑO (pulgadas)	MAXIMA SEPARACION DE SOPORTES (pies)
1/2	6
3/4 o 1	8
1 1/4 a 2	10
2 y mayores	Ver MSS SP-58 y MSS SP-69

### 3. TAPAS PARA VENTEOS DE REGULADOR Y ALIVIO

Ver Material de Guía de la Sección 355.

### SECCION 359 - INSTALACION DE MEDIDORES PARA USUARIOS. PRESION DE OPERACION

- a) El medidor no podrá ser usado a una presión superior a la indicada en el cuadrante del mismo, debiendo cumplir la norma IRAM 2717. (ver Apéndice A)
- b) Todo medidor reinstalado deberá ser previamente probado a 1,25 veces la presión de operación indicada en el cuadrante del mismo.

### MATERIAL DE GUIA

No es necesario.

## **SECCION 360 - REGULADORES PARA USUARIOS. INSTALACION**

Los reguladores serán debidamente protegidos y manipulados para evitar daños durante el almacenamiento y transporte.

### **MATERIAL DE GUIA**

Las características de fabricación e instalación se exponen en las Normas GE-N1-135 y GE-N1-136.

## **SECCION 361 - LINEAS DE SERVICIO. INSTALACION**

- a) Profundidad: Toda línea de servicio enterrada en vereda tendrá una tapada mínima de 0,20 m para cañería de acero y de 0,40 m para cañería o tubería plástica; en acero se ajustará a lo determinado en 327b) para línea principal. Para servicios a alta presión se exigirá las mismas tapadas que para líneas de transporte generales. Sin embargo, cuando una estructura subterránea impida la instalación a estas profundidades, el servicio deberá ser capaz de soportar cualquier carga previsible externa.
- b) Soporte y relleno: Todo servicio deberá ser soportado apropiadamente en suelos firmes o bien compactados, y el material usado para el relleno deberá estar libre de elementos que pudieran causar daño a la cañería o a su protección.
- c) Pendiente para drenajes: Cuando una condensación en el gas pudiese causar interrupción en el suministro, el servicio deberá contar con pendiente para poder drenar hacia el caño principal o dentro de trampas en los puntos bajos del servicio.
- d) Protección contra cargas externas y deformaciones de la cañería: toda cañería de gas deberá ser instalada de manera de reducir al mínimo las cargas externas y las deformaciones de la cañería previsible.
- e) Instalación de cañerías de gas dentro de edificios: Toda cañería subterránea instalada bajo nivel a través del muro externo de cimentación de un edificio deberá:
  - 1) En el caso de una cañería de metal, ser protegida contra la corrosión.
  - 2) En el caso de una tubería plástica, ser protegida de la acción cortante y del asentamiento del relleno. En este caso sólo se permite su uso en línea de servicio con medidor sobre línea municipal.
  - 3) Sellarse al muro de cimentación para impedir fugas que penetran en el edificio.
- f) Instalación de cañerías de gas debajo de edificios: Cuando se instale una cañería de gas subterránea debajo de un edificio:
  - 1) Se deberá encamisar en un conducto hermético.
  - 2) El encamisado y la cañería de gas deberán extenderse, si abastece el edificio bajo el que se encuentra, a una parte fácilmente usable y accesible del edificio.
  - 3) El espacio entre el encamisado y la cañería de gas se sellará para impedir fugas de gas dentro del edificio y, si el conducto se sella en ambos extremos, se tenderá una línea de venteo desde el espacio anular hacia un punto donde el gas no resulte un peligro, extendiéndose sobre la superficie y terminando en un accesorio resistente a la lluvia y los insectos.

## MATERIAL DE GUIA

### 1. CONSIDERACIONES SOBRE LA TAPADA

- a) Cuando no sea posible cumplir con los requisitos de tapada debido a infraestructuras existentes, los tramos de las líneas de servicio que pudieran verse sometidas a cargas sobrepuestas, se encamisarán o entibarán, o bien se reforzará adecuadamente al caño.
- b) Ver en el Apéndice G-13 del Material de Guía consideraciones sobre tapada adicional y sobre minimización de daños por fuerzas externas.

### 2. LINEAS DE SERVICIO DE ACERO REVESTIDAS EN PERFORACIONES (TUNELES)

#### 2.1 Generalidades

Cuando se deba instalar caño de acero revestido en una perforación, se deberá actuar con cuidado a fin de no dañar el revestimiento durante la instalación.

#### 2.2 Perforación o impulsión

Cuando se instale una cañería de acero revestida por perforación o impulsión, no se usará el caño como caño perforador o impulsor ni se lo dejará en el suelo como parte de la cañería a menos que se haya demostrado que, para el tipo de suelo en cuestión, el revestimiento es lo suficientemente resistente para soportar la operación de perforación o impulsión sin que se produzca un daño significativo al mismo. Cuando el revestimiento pudiera resultar dañado por las operaciones mencionadas, se instalará la cañería revestida en una perforación sobredimensionada o en un caño camisa de diámetro suficiente para alojar el caño.

#### 2.3 Consideración especial

En suelo excepcionalmente rocoso, y ante el probable daño del revestimiento, no se insertará el caño revestido a través de una perforación abierta.

### 3. LINEAS DE SERVICIO PLASTICAS

#### 3.1 Conexión a la cañería principal

Se deberá rellenar con material compactable la excavación que se halla debajo de la conexión a la cañería principal, apisonándola. Cuando exista material no compactable (como barro muy húmedo), puede resultar necesario reemplazarlo con otro compactable.

Se recomienda usar un manguito protector (camisa anticorte) diseñado para el tipo específico de conexión a efectos de reducir concentraciones de tensión.

#### 3.2 Ingreso al conjunto de regulación-medición o a la pared de un edificio

Como en la conexión al caño mayor, la transición entre el tubo plástico y un caño más rígido deberá proteger de los esfuerzos de corte y flexión. Si no hay ni una excavación de basamento ni de zapata, se deberá compactar y alisar el fondo de la zanja.

En caso de que haya una excavación de basamento o de zapata, la compactación puede no resultar factible debido a posibles daños a la pared del edificio. Cuando la compactación no sea factible, se dispondrá algún otro método para proporcionar apoyo continuo a la línea de servicio sobre el suelo removido (ej.: suelo cal o suelo cemento).

### 4. CONSOLIDACION

Si se emplea anegamiento de zanjas para consolidar el relleno, se deberá obrar con cuidado para que el tubo no flote separándose de su apoyo en el fondo de la zanja. Cuando se instalan líneas de servicio en caminos existentes o propuestos o en suelo inestable, se complementará la inundación mediante

rodillo o compactación mecánica. Se podrá usar compactación mecánica de sustentación múltiple en lugar de anegamiento.

## **5. ESTRUCTURAS SUBTERRANEAS ADYACENTES**

Cuando se instale un nuevo servicio o se reemplace uno existente, se deberá considerar la proximidad y estado de conductos, canales, líneas cloacales y estructuras similares existentes, incluyendo estructuras abandonadas, ya que son factores potenciales para canalizar una fuga de gas.

### **SECCION 363 - LINEAS DE SERVICIO. REQUISITOS PARA VALVULAS**

- a) Toda línea de servicio deberá tener una válvula de bloqueo de línea que cumpla los requisitos aplicables de las partes B y D de esta norma. Una válvula incorporada a un barral de medición que permite evitar el medidor, no podrá ser usada como válvula de línea de servicio.
- b) No podrá emplearse una válvula de servicio con asiento blando si existe la posibilidad de que su capacidad de controlar el flujo de gas pudiera verse afectada negativamente por una previsible exposición al calor.
- c) En un servicio de alta presión, toda válvula instalada sobre la superficie o en una zona donde un escape o venteo de gas pudiera ser peligroso, deberá ser diseñada y construida de modo de minimizar la posibilidad de retirar el elemento de obturación sin utilizar herramientas especiales.

#### **MATERIAL DE GUIA**

El operador deberá asegurarse que los tipos de válvulas instaladas en líneas de servicio de alta presión son aptas, lo que se realizará mediante ensayos o revisando los ensayos efectuados por el fabricante.

### **SECCION 365 - LINEAS DE SERVICIO. UBICACION DE VALVULAS**

- a) En relación a reguladores o medidores: Toda válvula de línea de servicio deberá ser instalada aguas arriba del regulador o, si no hay regulador, aguas arriba del medidor.
- b) Válvulas exteriores: Toda línea de servicio deberá tener una válvula de corte rápido en un lugar fácilmente accesible, que de ser factible se halle fuera del edificio, sobre la línea municipal.
- c) Válvulas bajo tierra: Toda válvula de línea de servicio subterránea deberá estar ubicada en una caja de vereda con tapa durable, o tubo vertical que admita la operación fácil de la válvula, y estén soportados independientemente de la línea de servicio.

#### **MATERIAL DE GUIA**

No existe material de guía disponible al presente.

### **SECCION 367 - LINEAS DE SERVICIO. REQUISITOS GENERALES PARA CONEXION A CAÑERIA PRINCIPAL**

- a) Ubicación: Toda conexión de servicio a una cañería principal deberá efectuarse en la parte superior de esta última o, si esto no es práctico, se conectará al costado de la cañería principal salvo que se instale un dispositivo protector adecuado que reduzca al mínimo la posibilidad de arrastre de polvo y humedad desde la línea principal a la de servicio.

- b) Conexión tipo mecánica: Toda conexión mecánica de línea de servicio a línea principal deberá:
- 1) Ser diseñada e instalada para resistir las fuerzas longitudinales de arranque o compresión causadas por contracción o dilatación de la cañería o por cargas previsibles externas o internas; y
  - 2) En caso de usarse juntas en el accesorio de conexión entre la línea de servicio y la cañería principal, deberán ser compatibles con el tipo de gas a suministrar.

#### **MATERIAL DE GUIA**

No existe material de guía disponible al presente.

#### **SECCION 369 – LINEAS DE SERVICIO. CONEXIONES A CAÑERIA PRINCIPAL DE FUNDICION DE HIERRO O DE HIERRO DUCTIL**

- a) Todo servicio conectado a una línea principal de hierro fundido o dúctil, deberá serlo por medio de una abrazadera mecánica, por perforación y roscados del caño principal o por otro método que satisfaga los requisitos de la Sección 273.
- b) Si se realiza una perforación roscada, deberán también cumplirse los requisitos de la sección 151 b) y c).

#### **MATERIAL DE GUIA**

Ver Material de Guía Apéndice G-18, "Caño de fundición de hierro".

#### **SECCION 371 - LINEAS DE SERVICIO. DE ACERO**

Todo servicio de acero a ser operado a menos de 4 bar, deberá ser construido de caño diseñado para un mínimo de 4 bar.

#### **MATERIAL DE GUIA**

No es necesario.

#### **SECCION 373 - LINEAS DE SERVICIO. DE FUNDICION Y HIERRO DUCTIL**

- a) No podrán ser instalados en líneas de servicios caños de fundición o hierro dúctil menores de 152 mm de diámetro (6").
- b) Cuando se instale caño de fundición o hierro dúctil en una línea de servicio, la parte del servicio que atraviesa la pared del edificio, deberá ser de caño de acero.
- c) No podrá instalarse una línea de servicio de fundición o hierro dúctil en suelos inestables o bajo cimiento.

## **MATERIAL DE GUIA**

No es necesario.

### **SECCION 375 - LINEAS DE SERVICIO. DE PLASTICO**

Todo servicio de material plástico ubicado en el exterior de un edificio, deberá ser instalado debajo del nivel del suelo, excepto su parte terminal que podrá serlo sobre el nivel del terreno fuera del edificio, sobre línea municipal, si:

- a) la parte sobre nivel del servicio plástico está protegida contra deterioros y daños externos; y
- b) el servicio plástico no soporta cargas externas.

## **MATERIAL DE GUIA**

Existen distintos métodos para proteger la acometida de la línea de servicio de plástico contra daños externos y temperatura excesiva (Ver Sección 123 para limitaciones de temperatura y la Especificación GE/ATP N°1 (B) para Vainas Protectoras de la acometida).

### **SECCION 377 - LINEAS DE SERVICIO. DE COBRE**

Toda línea de servicio de cobre instalada dentro de un edificio debe estar protegida contra daño externo.

## **MATERIAL DE GUIA**

### **1. INSTALACIONES**

#### **1.1. Ocultas**

- a) Excepto al cruzar paredes y tabiques, deben evitarse las instalaciones ocultas.
- b) En caso de no poder evitar las instalaciones ocultas debe ubicarse la línea de servicio en tabiques huecos antes que en tabiques macizos. Debe protegerse a la cañería contra daños externos por causa de herramientas y otros materiales que penetren la pared o el tabique.

#### **1.2. Expuestas**

Debe prestarse atención para asegurar protección adecuada y sustentación adicional cuando razonablemente se puede esperar que un servicio expuesto esté sujeto a daño físico debido a actividades normales en su cercanía.

### **2. SUSTENTACION**

Un tramo horizontal de línea de servicio debe estar soportado para resistir doblado o deformaciones.

La separación máxima entre soportes recomendados para los diámetros de tubos usados comúnmente figura en la Tabla 377i

**TABLA 377i**

<b>ESPACIAMIENTO MAXIMO RECOMENDADO ENTRE SOPORTES</b>			
<b>DIAMETRO EXTERIOR DEL TUBO</b>		<b>SEPARACIONES ENTRE SOPORTES</b>	
<b>mm</b>	<b>pulgadas</b>	<b>mm</b>	<b>pies</b>
12,5	1/2	1,2	4
16 o 19	5/8 ó 3/4	1,8	6
22,2 o 28,6	7/8 ó 1 1/8	2,4	8

**SECCION 379 - LINEAS DE SERVICIO NO HABILITADAS**

Todo servicio no habilitado, deberá cumplir con uno de los siguientes puntos hasta que se suministre gas al usuario:

- a) La válvula cerrada que impide el pasaje de gas hacia el usuario, deberá contar con un dispositivo de traba u otro medio diseñado para evitar la operación de la misma por personas no autorizadas.
- b) Tener instalado en el servicio o en la conexión del medidor un dispositivo mecánico o accesorio que impida el flujo de gas.
- c) Tener desconectada de la fuente de gas la cañería del usuario y taponados los extremos abiertos desconectados.
- d) En caso de servicio nuevo sin válvula, no deberá perforarse la cañería principal.
- e) En caso de servicio nuevo con válvula conectado a cañería principal, deberá cumplir con b) de esta sección.

**MATERIAL DE GUIA**

No es necesario material de guía.



## **PARTE I - REQUISITOS PARA CONTROL DE LA CORROSION**

### **SECCION 451 - ALCANCE**

Esta parte dicta requisitos mínimos para la protección de las cañerías metálicas contra los procesos de corrosión externa, interna y atmosférica.

#### **MATERIAL DE GUIA**

No es necesario.

### **SECCION 453 - GENERALIDADES**

Todo operador deberá planificar cómo llevar a cabo los requisitos de esta parte. Los procedimientos, incluyendo los de diseño, instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de protección catódica, deberán ser llevados a cabo bajo la responsabilidad y dirección de una persona que acredite experiencia y preparación en los métodos de control de corrosión de cañerías.

Estos procedimientos así como la dirección de obra deberán ajustarse a las Normas y Especificaciones Técnicas vigentes.

#### **MATERIAL DE GUIA**

No es necesario.

### **SECCION 455 - CONTROL DE CORROSION EXTERNA PARA CAÑERIAS METALICAS ENTERRADAS O SUMERGIDAS**

- a) Esta Sección comprende a la totalidad de cañerías involucradas en:
- Líneas de Transmisión.
  - Estaciones de Compresión, reguladoras y de medición.
  - Líneas de Distribución.
- b) Todo sistema de cañerías sometido a un medio electrolítico (enterradas o sumergidas), deberá contar, a fin de minimizar los riesgos de corrosión externa, con los siguientes elementos:
- 1) Un revestimiento aislante o cobertura exterior. Este deberá satisfacer los requisitos indicados en la sección 461.
  - 2) Un sistema de protección catódica. Este brindará protección a la totalidad de la estructura instalada según los criterios indicados en el Apéndice D. El mismo estará en servicio antes de los 60 días de finalizado el tendido de cañerías.

## MATERIAL DE GUIA

### 1) REFERENCIAS

Resulta de utilidad la NACE RPO169-92.

### 2) COMPONENTES DE ACERO AISLADOS EN SISTEMAS DE CAÑERIAS PLASTICAS

Cuando un operador no pueda demostrar por ensayos, investigaciones o experiencia que no se requiere protección catódica, podrá usarse uno de los métodos siguientes para proteger a los componentes de acero aislados en sistemas de cañerías plásticas.

- a) Un pequeño ánodo galvánico conectado directamente al componente de acero. El monitoreo podrá ser independiente del cable del ánodo de modo tal que el daño sufrido por el cable del monitoreo no derive en daño al cable del ánodo.
- b) Podrá conectarse cada componente de acero a un alambre localizador conectado también a uno o más ánodos galvánicos. Para facilitar el monitoreo, el alambre localizador podrá terminar en una o más acometidas.

## SECCION 457 - CONTROL DE CORROSION EXTERNA. CAÑERIAS ENTERRADAS O SUMERGIDAS

- a) La totalidad de las cañerías enterradas en las estaciones compresoras, reguladoras y de medición y toda línea de transmisión o distribución enterrada o sumergida, que tengan un revestimiento externo efectivo de acuerdo con esta parte, deberán ser protegidas catódicamente. Para los propósitos de esta parte, una cañería no tiene un revestimiento externo efectivo si sus requerimientos de corriente de protección catódica son sustancialmente iguales a los que requeriría si estuviera desnuda. El operador deberá realizar ensayos para determinar los requerimientos de corriente de protección catódica.
- b) Excepto para caños de fundición o hierro dúctil, las siguientes cañerías enterradas o sumergidas deberán ser protegidas catódicamente, de acuerdo con esta parte:
  - 1) Líneas de transmisión desnudas o revestidas deficientemente.
  - 2) Cañerías desnudas o revestidas en estaciones compresoras, reguladoras y de medición.
  - 3) Líneas de distribución desnudas o revestidas.

## MATERIAL DE GUIA

### 1 LOCALIZACION DE ZONAS DE CORROSION

Los métodos más eficaces, prácticos y confiables para evaluar o determinar zonas de corrosión en instalaciones de gas variarán de acuerdo con el tipo y ubicación de las instalaciones. Históricamente, los exámenes eléctricos resultaron prácticos y efectivos en gasoductos y demás cañerías en áreas rurales. Las redes de distribución y otras cañerías en zonas urbanas presentan serias dificultades en su aplicación práctica y en la interpretación de los exámenes eléctricos. Por lo general, el uso de estos exámenes no podrá implementarse en las zonas urbanas en virtud de las consideraciones de 5.2.

Cuando los exámenes eléctricos resulten poco prácticos o ineficaces, los medios más efectivos para determinar zonas de corrosión son los análisis de fugas, y la revisión de los resultados de dichos análisis, del historial de reparación de fugas por corrosión y de los registros de los exámenes de caños expuestos. Posiblemente los métodos más adecuados para determinar corrosión en instalaciones de distribución y otras en áreas urbanas sean los análisis de fugas y la revisión de registros.

En casos especiales podrán aplicarse detectores de corrosión en servicio, pruebas de presión, ultrasonido, métodos acústicos u otros.

## **2. DETERMINACION DE LA CORROSION ACTIVA**

### **2.1 Consideraciones**

La determinación de que existe corrosión activa depende de evaluar que las condiciones en áreas de corrosión conocida o sospechada son tales que la corrosión continua daría como resultado un perjuicio para la seguridad pública.

La determinación de si una condición de corrosión conocida o sospechada deberá considerarse corrosión activa estará a cargo de personal experimentado. En dicha evaluación se habrán de considerar los siguientes factores:

- a) Frecuencia de fugas.
- b) Presión.
- c) Ubicación de las cañerías.
- d) Ubicación de otras estructuras, viviendas, etc.
- e) Características de venteo de gas en ese área.

### **2.2. Determinación**

La corrosión se considerará activa si se determina que el mantenimiento que resulta del análisis de fugas (a una frecuencia regular o aumentada) no controlará una condición que pudiera resultar perjudicial a la seguridad pública.

## **3. CORROSION CONTINUA "NO ACTIVA\*\***

Si se determina que la corrosión continua es "no activa", la protección catódica puede no ser obligatoria. Sin embargo, la Sección 465 (e) exige la reevaluación cada tres años de una cañería sin protección a fin de detectar la existencia de corrosión activa.

## **3. CORRECCION DE LA CORROSION ACTIVA**

Cuando se determine la existencia de corrosión activa, se considerarán las siguientes medidas correctivas.

- a) Protección catódica de caño existente.
- b) Revestimiento y protección catódica de caño existente.
- c) Reemplazo con caño de acero revestido y protegido catódicamente.
- d) Reemplazo con caño plástico.
- e) Control de la corriente vagabunda.
- f) Abandono.

## **5. APLICACION DE ANALISIS ELECTRICOS**

### **5.1. Métodos**

Se han usado con éxito los siguientes análisis eléctricos:

- a) Medición del potencial caño-a-suelo.
- b) Medición de la resistividad del suelo.

- c) Medición del gradiente del suelo o electrodo dual.
- d) Medición de la corriente de línea.

## 5.2. Aplicabilidad

Cuando se considere el uso de análisis eléctricos para determinar áreas de corrosión, el operador habrá de tomar en cuenta las condiciones siguientes que podrían afectar a tales análisis volviendo impráctica o ineficaz su aplicación, o que podrán dar como resultado datos poco confiables.

- a) Gradientes erráticos de tierra. Las corrientes telúricas, los depósitos de mineral de hierro, la inducción C.A. y otras fuentes crean gradientes de potencial errático de tierra que pueden dificultar la interpretación confiable de análisis del tipo eléctrico.
- b) Falta de continuidad eléctrica. La instalación puede no ser eléctricamente continua debido a aisladores desconocidos u otros métodos de unión de alta resistencia (tales como uniones con guarniciones estancas y, en ocasiones, falta de continuidad en conexiones roscadas). Estas discontinuidades pueden ser intermitentes con el tiempo.
- c) Pavimento y congestión. Los análisis eléctricos se complican en áreas congestionadas donde se necesita el frecuente contacto con el caño. Las calles pavimentadas y veredas impiden el rápido acceso al contacto con el suelo necesario para los electrodos de sulfato de cobre, limitando también la posibilidad de ponerse en contacto con el propio caño.
- d) Aislación eléctrica. Las instalaciones que no están eléctricamente aisladas se encuentran a menudo en contacto directo con otras estructuras metálicas o en contacto indirecto con estas estructuras a través de la tierra, o de los sistemas de puesta a tierra de plomería, cableado o electricidad. Cuando existen dichos contactos, los estudios eléctricos resultan ineficaces o bien pueden indicar equivocadamente problemas de corrosión. (Por ejemplo, un contacto desconocido entre una cañería de acero y aluminio, zinc o metal galvanizado indicaría un pico electronegativo en un reconocimiento caño a suelo que pudiera interpretarse erróneamente como corrosión en la cañería).
- e) Historial y detalles de las instalaciones. La correcta interpretación de mediciones eléctricas en instalaciones de gas depende del conocimiento detallado de la antigüedad y tipos de material instalado, registros de mantenimiento, ubicación de ánodos galvánicos, revestimiento, instalaciones remotas, ubicación y tipos de servicios, métodos de unión, y condiciones inusuales del suelo. (Por ejemplo, la instalación de aisladores después de la entrada en servicio de las instalaciones alterará la importancia de la información del análisis eléctrico anterior).
- f) Los gastos o la dificultad para obtener un análisis eléctrico confiable pueden volverlo inadecuado para una cañería determinada en razón de las condiciones precedentes o de otras.

## SECCION 459 - CONTROL DE CORROSION EXTERNA. EXAMEN DE CANERIAS ENTERRADAS CUANDO ESTAN AL DESCUBIERTO

En todos los casos en que una parte de cañería enterrada esté o fuese puesta al descubierto, deberá inspeccionarse la misma, a fin de:

Detectar la presencia de procesos activos de corrosión externa.

Examinar el revestimiento exterior, verificándose las características y estado del mismo.

Las inspecciones deberán realizarse bajo la responsabilidad de personal calificado, que deberá informar posteriormente al sector correspondiente.

En el caso de verificarse la presencia de procesos activos de corrosión externa, deberán tomar las medidas correspondientes para cumplir los requisitos exigidos en la Sección 483 y los párrafos aplicables de las secciones 485, 487 y 489.

## **MATERIAL DE GUIA**

### **1. INFORME DE CAMPO**

Un informe de campo o registro similar resulta útil para describir la condición del revestimiento de la superficie expuesta de caño en términos cualitativos. Se establecerán en toda la compañía los criterios generales para calificar las condiciones existentes a fin de que exista coherencia en los informes y análisis de campo. Cuando sea posible, el informe o formulario deberá incluir una evaluación de lo siguiente:

- a) Oxido.
- b) Picaduras.
- c) Revestimiento.

### **2. ESTRUCTURAS SUBTERRANEAS ADYACENTES**

Al inspeccionar la cañería expuesta, se habrá de considerar la proximidad y estado de los conductos, ductos, líneas cloacales y estructuras similares existentes, incluyendo instalaciones abandonadas, que pudieran presentar una ruta potencial para la migración de la pérdida de gas.

## **SECCION 461 - CONTROL DE CORROSION EXTERNA. RECUBRIMIENTO PROTECTOR**

La característica del revestimiento responderá a las exigencias del servicio, y su selección se hará en base a la agresividad del medio y a las condiciones operativas a las cuales se verá sometido.

- a) Todo recubrimiento de protección exterior, aplicado con el propósito de evitar la corrosión externa, deberá:
  - 1) aplicarse sobre una superficie previamente acondicionada de acuerdo lo indicado en la normativa correspondiente;
  - 2) tener una adecuada adhesión a la superficie metálica, a fin de evitar la migración de humedad bajo la película;
  - 3) tener una ductilidad adecuada para resistir agrietamientos;
  - 4) tener resistencia mecánica suficiente para evitar daños debidos al manipuleo y a las tensiones provocadas por el terreno;
  - 5) tener propiedades compatibles con la protección catódica.
- b) Todo revestimiento externo protector del tipo aislante eléctrico, deberá tener baja absorción de humedad y alta resistencia eléctrica.
- c) El revestimiento deberá ser inspeccionado antes de bajar el caño a la zanja, debiéndose efectuar la reparación de toda falla detectada. Para ello se utilizará un detector de fallas de cobertura, de acuerdo a la metodología de inspección indicada en el Apéndice D.
- d) Para toda reparación o unión de tramos soldados, se utilizará un revestimiento de idénticas características o superiores al empleado en el conducto principal.
- e) La inspección de cada fase de ejecución del revestimiento, incluyendo la preparación de la superficie

e inspección final, será realizada por personal calificado (o bajo su responsabilidad). Se entenderá como personal calificado aquel que haya sido expresamente aceptado o nominado por el sector responsable del mantenimiento anticorrosivo del sistema.

- f) Todo revestimiento externo deberá ser protegido contra los deterioros que podrían resultar de las malas condiciones de fondo de zanja (acondicionamiento de zanja o protección mecánica exterior).
- g) Se deberán tomar las precauciones necesarias para reducir al mínimo las posibilidades de roturas y/o deterioros del revestimiento durante la instalación de la cañería.
- h) Si el caño revestido se instala por perforación, hincado u otro método similar, deberán tomarse las precauciones para reducir al mínimo el deterioro del revestimiento durante la instalación.
- i) Toda cobertura aislante exterior, una vez instalado y enterrado el conducto, deberá ser sometida a una prueba de aislación eléctrica a fin de verificar la integridad de la misma. Posteriormente se deberá determinar en forma cuantitativa la disminución de su capacidad específica de aislación a través de la ejecución sistemática de ensayos para el cálculo de resistencia de cobertura según lo normalizado al respecto.

### MATERIAL DE GUIA

#### 1. REFERENCIAS UTILES (Para Sección 461 a), b), c) y f) )

**TABLA 461 i**

REFERENCIAS UTILES		
PARA ESTA NORMA	NORMAS NACE	OTRAS
461 (a)	RP 0169-92 RP 0275-75	GE-N1-108
461 (b)	RP 0169-92	GE-N1-108
461 (c)	RP 0274-74	GE-N1-108
461 (f)	RP 0275-75 RP 0375-75	GE-N1-108

#### 2. PERFORACION O INSERCION

Ver 2 en Material de Guía de la Sección 361

#### SECCION 463 - CONTROL DE CORROSION EXTERNA. PROTECCION CATODICA

- a) Todos los sistemas de protección catódica empleados deberán proporcionar un nivel de protección acorde a los criterios indicados en el Apéndice D de esta norma.
- b) El nivel de la protección catódica deberá establecerse en valores que no dañen el revestimiento protector utilizado ni la estructura del caño.
- c) Si se incluyen materiales anfóteros en una cañería enterrada o sumergida, compuesta de un metal de diferente potencial anódico:

- 1) El metal anfótero deberá ser aislado eléctricamente del resto de la cañería y protegido catódicamente; o
- 2) La totalidad de la cañería deberá ser protegida catódicamente a un potencial que satisfaga los requerimientos de protección para dichos metales anfóteros.

#### **MATERIAL DE GUIA**

No es necesario

### **SECCION 465 - CONTROL DE CORROSION EXTERNA. MEDICIONES**

#### **a) MONITOREO DE POTENCIALES**

Toda cañería protegida catódicamente (gasoducto o ramal), deberá contar con cajas de medición de potenciales (CMP) a través de las cuales se determinará el nivel de la protección catódica (las mismas responderán a lo indicado en la Sección 469).

Toda cañería enterrada que esté bajo protección catódica, deberá ser controlada por lo menos una (1) vez cada año, no excediendo intervalos de quince (15) meses, para determinar que la protección catódica satisfaga los requerimientos de la sección 463. Para cañerías costa afuera el intervalo no será mayor de tres (3) años.

Estas verificaciones deben ser realizadas por muestreo.

#### **b) MONITOREO DE UNIDADES DE CORRIENTE IMPRESA**

Toda unidad de protección catódica por corriente impresa, deberá inspeccionarse para verificar su funcionamiento seis (6) veces por año, a intervalos que no excedan de dos y medio (2 1/2). meses.

Toda interconexión eléctrica directa o a través de dispositivos especiales cuya avería pueda comprometer la protección de la estructura, deberá ser controlada para verificar su correcto funcionamiento a intervalos que no excedan de dos y medio (2 1/2) meses, al menos seis (6) veces al año.

#### **c) MONITOREO DE ESPESORES**

En toda cañería de diámetro mayor o igual a 10", deberá realizarse un monitoreo continuo de la pared con el objeto de determinar las disminuciones en dicho espesor. La frecuencia con la cual se realizará este relevamiento se determinará de acuerdo a la antigüedad y a los datos de corrosión pertinentes.

Para diámetros menores de 10", es recomendable la ejecución de este tipo de monitoreo, debiendo el operador determinar en cada caso la oportunidad y frecuencia del mismo.

A fin de referenciar en forma precisa los tramos inspeccionados, se preverá en la ejecución de todo nuevo proyecto de cañerías sumergidas, la instalación de niples de 3 metros de longitud cada 1 km de tendido de cañería. Los mismos se utilizarán como puntos fijos de referencia.

- d) El operador deberá actuar rápidamente para reparar y corregir cualquier deficiencia encontrada en relevamientos o controles.

## MATERIAL DE GUIA

### 1. CONTROL DE CAÑERIAS PROTEGIDAS CATODICAMENTE

- a) Areas de corrosión "activa" (Ver material en la Sección 457).

Para áreas de protección anticorrosiva localizada suministrada por ánodos galvánicos instalados en ubicaciones individuales de corrosión "activa", los ánodos deben proporcionar un nivel de protección catódica que cumpla con la Sección 463. El control es obligatorio de acuerdo con 465 a).

Cuando no resulte práctico realizar el monitoreo de ensayo eléctrico, se considerarán otros medios para cumplir con los requisitos de la Sección 465 a), los que pueden incluir análisis periódicos de los registros de corrosión y fugas y estudios de detección de fugas realizados como mínimo con la frecuencia establecida en la 723 b).

- b) Areas de corrosión "no activa"

Para áreas de protección localizada suministrada por ánodos galvánicos en ubicaciones individuales de corrosión "no activa", los niveles de protección anticorrosiva no están sujetos a los requisitos de la Sección 463. Dichos ánodos "instalados voluntariamente" no requieren ser controlados de acuerdo con 465 a), pero el gasoducto deberá ser reevaluado cada tres años conforme a esta sección.

### 2. CONTROL DE CAÑERIAS NO PROTEGIDAS CATODICAMENTE

Las cañerías no protegidas catódicamente deberán ser reevaluadas como mínimo cada 3 años para identificar áreas de corrosión "activa" de acuerdo con esta sección. Se deberán utilizar análisis eléctricos, excepto en los siguientes casos:

Cuando el análisis eléctrico no resulte práctico, se podrán utilizar estudios de fallas, historial de fugas, corrosión, peligros de la clase de trazado para el público y condiciones operativas y de mantenimiento inusuales para evaluar la necesidad de protección.

Cuando la cañería se encuentra en una ubicación remota, o por algún otro método se determina que las fugas provocadas por la corrosión no serían perjudiciales para la seguridad pública.

- a) Areas de corrosión "activa" (Ver Material de Guía en la Sección 457).

Las cañerías no protegidas catódicamente en las cuales se descubra corrosión "activa" deberán ser protegidas catódicamente y controladas de acuerdo con 463 y 465 a). (Ver ítem 1).

- b) Areas de corrosión "no activa".

Las cañerías no protegidas catódicamente y que contengan corrosión "no activa" serán reevaluadas como mínimo cada tres años de acuerdo con esta sección.

## SECCION 467 - CONTROL DE CORROSION EXTERNA. AISLACIONES ELECTRICAS

### a) AISLACIONES

Toda cañería enterrada o sumergida deberá ser aislada eléctricamente de toda otra estructura metálica, a menos que la cañería y la otra estructura estén interconectadas eléctricamente y protegidas catódicamente como una sola unidad; para tal fin se emplearán los elementos normalizados al respecto.

Se preverá en todo nuevo proyecto, la instalación de conjuntos aislantes sobre la traza del gasoducto (tipo monoblock).

En el caso de líneas que no contaran con aislaciones, éstas se instalarán durante el desarrollo de tareas de reparación o cambio de tramos en el mismo.

Se podrá instalar un conjunto aislante, en aquellas zonas donde sea necesaria la aislación eléctrica de una parte de la cañería para facilitar el control de la corrosión en las mismas (puntos atípicos como cruce de ríos, etc.).

Las cañerías deberán ser aisladas eléctricamente de las camisas metálicas "casing", que son parte constituyentes del sistema enterrado pero protegidas independientemente.

En circuitos de agua se deberá aislar internamente a través de un carrete aislante con bridas dieléctricas en ambos extremos. Su longitud se determinará de acuerdo a cálculo.

#### **b) VERIFICACION**

Deberán realizarse inspecciones y pruebas para asegurar que la aislación eléctrica sea la adecuada.

#### **c) SEGURIDAD**

No deberá instalarse un dispositivo aislante en una zona donde es previsible que haya una atmósfera combustible, a menos que se tomen precauciones para evitar arcos eléctricos.

### **MATERIAL DE GUIA**

#### **1. AISLACION ELECTRICA**

##### **1.1. Dispositivos de aislación**

Los dispositivos de aislación pueden consistir en conjuntos de bridas aislantes, uniones o acoples, o uniones de aislación soldadas. Todos estos dispositivos deberán estar diseñados para la temperatura, presión y tensión dieléctrica que corresponda. Las ubicaciones típicas donde se considerará la inclusión de dispositivos de aislación eléctrica son las siguientes:

- a) En pilares de apoyo, puentes, cerramientos de túneles, pilotes y cimientos de hormigón armado donde el contacto eléctrico impediría la efectiva protección catódica. (Puede resultar necesario aislar eléctricamente las cañerías de esas estructuras, o la cañería y la estructura de cañerías subterráneas adyacentes).
- b) En cajas y cerramientos metálicos de válvulas. (Se los diseñará, soldará e instalará de modo de mantener la aislación eléctrica del sistema de cañerías).
- c) En los lugares donde una cañería penetra en un edificio a través de una camisa de pared metálica y donde se trata de mantener la aislación eléctrica entre camisa y caño. (Para lograr esto, se utilizarán espaciadores aislantes).
- d) En contrapesos de ríos, anclas de cañerías y refuerzos metálicos en revestimientos pesados. (Se deberán aislar eléctricamente del caño de conducción e instalarse de modo de no dañar el revestimiento).
- e) Puntos en los cuales las instalaciones cambian de propietario, tales como plantas de medición y cabezas de pozos.
- f) Conexiones a cañerías principales, tales como líneas de captación o ramales de distribución.
- g) Cañerías de entrada y salida de plantas de medición y/o reguladoras de presión de línea.

- h) Plantas compresoras o de bombeo, tanto en las cañerías de succión y descarga como en la línea principal inmediatamente aguas arriba y abajo de la planta.
- i) En áreas de corrientes vagabundas.
- j) En la terminación de las conexiones de servicio y cañerías de entrada para evitar la continuidad eléctrica con otros sistemas metálicos.

## 1.2. CAMISAS

### a) Nuevas instalaciones

- 1) **Separadores y sellado.** Las nuevas construcciones de cañerías metálicas encamisadas contemplarán la instalación de separadores de camisa del tipo aislante u otros medios adecuados para que no se produzca contacto entre el caño de conducción y la camisa. Se cerrarán los extremos de la camisa con un método de sellado no conductivo para evitar el ingreso de barro, sedimentos y agua en el espacio anular entre la camisa y el caño. Tal vez resulte necesario rellenar este espacio con un material no conductivo para mantener la aislación en las instalaciones donde los cierres de los extremos no resulten suficientes para resistir la entrada de agua.
- 2) **Unión.** Los tramos de caño se unirán mediante una soldadura completa u otro tipo de unión que impida la entrada de agua. Se soldará o sellará de alguna otra forma todo orificio de la camisa.
- 3) **Inserción.** Durante la instalación se adoptarán medidas para reducir la posibilidad de corto circuitos eléctricos. El caño de conducción deberá ser lo más recto posible. El diámetro interno de la camisa deberá garantizar la suficiente luz con respecto al caño, que se inspeccionará con detenimiento y se repararán los defectos en el revestimiento. Se deberá obrar con cuidado cuando se inserte el caño de conducción; para que el revestimiento y el separador no se dañen la camisa no deberá tener barro, agua o escombros antes de la inserción del caño. Cuando se usa como camisa un caño subterráneo existente, se cuidará que dicha camisa no tenga rebabas de soldadura ni otras obstrucciones que pudieran atascar el caño durante la inserción. Si se usan separadores de camisa del tipo aislante, se deberá instalar uno lo más cerca posible de cada extremo de la camisa. Las conexiones de venteo que se requieran se instalarán antes de la inserción del caño de conducción para que no se dañe.

### b) Instalaciones existentes

Cuando haya algún tipo de indicación en instalaciones existentes de que hay corrosión en el caño de conducción o que la protección catódica no es adecuada como resultado de baja resistencia entre la camisa y el caño, las medidas prácticas que aseguran una adecuada protección anticorrosiva en la cañería incluyen una o más de las siguientes:

- 1) Relleno del espacio anular entre caño y camisa con un material no conductivo.
- 2) Aplicación al caño de protección catódica adicional.
- 3) En los casos en que el caño se pone en corto circuito con la camisa cerca del extremo de ésta, puede resultar práctico exponer los extremos y elevar físicamente el caño para que exista luz suficiente para insertar material de aislación eléctrica en forma de láminas entre camisa y caño.

## 2. INSPECCION Y ENSAYO

Por lo general basta con el control de los sistemas de protección catódica y la evaluación de la información de los ensayos para afirmar que la aislación eléctrica es la adecuada para cañerías protegidas catódicamente. Sin embargo, se habrán de realizar ensayos eléctricos específicos siempre que sea necesario para asegurar la adecuación de la aislación eléctrica y detectar problemas operativos en los sistemas de protección catódica.

### **3. ATMOSFERA COMBUSTIBLE**

- a) Podrán tomarse precauciones para impedir la formación del arco instalando celdas de puesta a tierra tipo ánodo galvánico o iluminación comercial o interruptores de fallas a través de los dispositivos de aislación.
- b) Cuando se instalen interruptores de alumbrado a través de dispositivos aislantes dentro de un edificio u otro espacio cerrado donde se prevé que habrá una atmósfera combustible, la instalación física de los interruptores se realizará fuera de dicho espacio. Se instalarán conductores eléctricos de diámetro adecuado desde el punto de aislación a los interruptores de alumbrado.

### **4. PROTECCION DE DISPOSITIVOS DE AISLACION**

Se recomienda que el operador realice un estudio en colaboración con la compañía de electricidad acerca de los problemas comunes de corrosión y electrólisis teniendo en cuenta los siguientes factores:

- a) La posibilidad de que la cañería transmita corrientes de línea no equilibradas o corrientes de pérdida.
- b) La posibilidad de que la corriente de alumbrado o de pérdida induzcan un voltaje suficiente como para picar el revestimiento de la cañería o el caño mismo.
- c) La protección catódica de la cañería, incluyendo la ubicación de tomas a tierra (en especial si la línea eléctrica está tendida sobre torres de acero).
- d) Las conexiones de enlace entre la cañería y el sistema eléctrico aéreo en:
  - 1) el pie de la torre de acero;
  - 2) las instalaciones subterráneas de las tomas a tierra;
  - 3) el cable a tierra.
- e) La protección de las uniones aislantes del caño contra corrientes o tensiones inducidas provenientes de rayos. Esto puede obtenerse:
  - 1) conectando ánodos de sacrificio enterrados al caño cerca de las uniones aislantes; o
  - 2) puenteando el aislador del caño con un peine electrostático; o
  - 3) por otros medios efectivos.
- f) Las conexiones de cables que van desde los dispositivos de aislación hasta los interruptores de corriente o alumbrado deben ser cortas, directas y de dimensiones adecuadas para soportar cargas de alta corriente durante lapsos breves.
- g) Las propiedades eléctricas de uniones no soldadas. (Cuando el objetivo es lograr la continuidad eléctrica, se usarán accesorios fabricados a tal efecto o mediante interconexión de juntas mecánicas. En caso contrario, si se requiere una unión aislante, se empleará un dispositivo fabricado para tal función. En ambos casos los accesorios se instalarán de acuerdo con las instrucciones del fabricante).

### **SECCION 469 - CONTROL DE LA CORROSION EXTERNA. PUNTOS DE MEDICION**

Excepto donde sea impracticable (cañería costa afuera, pantanos, etc), toda cañería deberá tener puntos fijos de conexionado eléctrico a la tubería, para la medición y registro del potencial de protección estructura-medio. La distancia máxima entre puntos (de no mediar otra indicación) será de 1000 metros sobre la línea, además de los puntos singulares tales como válvulas, cruces con estructuras ajenas, caños camisa, juntas aislantes, etc.

## MATERIAL DE GUIA

### 1. PUNTOS DE CONTACTO

Se podrá elegir para prueba cualquier ubicación para puntos de contacto (como válvulas, tubos de purga, medidores, líneas de servicio, reguladores, venteos de reguladores, y acometidas de plataforma, que sean eléctricamente continuos con la estructura que se ensaya) en la medida en que se determine efectivamente el nivel de protección catódica.

### 2. CONDUCTORES DE PRUEBA

Las ubicaciones típicas incluyen:

- a) Instalaciones de encamisado de caños
- b) Cruces de estructuras metálicas ajenas
- c) Uniones aislantes
- d) Cruces de cursos de agua
- e) Cruces de puentes
- f) Cruces de caminos
- g) Instalaciones de ánodos galvánicos
- h) Instalaciones de ánodos de corriente impresa

## SECCION 471 - CONTROL DE LA CORROSION EXTERNA. CONDUCTORES DE PRUEBA

Todo cable conductor para medición, puente o conexión permanente, deberá estar conectado a la cañería a través de soldadura cupro-aluminotérmica, asegurando el mantenimiento de las características mecánicas y eléctricas de la instalación. Dicha conexión debe realizarse de modo de reducir al mínimo la concentración de tensiones en el caño.

Toda parte desnuda del alambre de conexión y zona metálica en el punto de conexión eléctrica, deberá revestirse con un material aislante eléctrico (compatible con el revestimiento de la cañería y la aislación del cable) a fin de aislarlo del medio.

## MATERIAL DE GUIA

### 1. INSTALACIONES DE CONEXIONES ELECTRICAS

Los métodos aceptables incluyen los siguientes sin limitarse a ellos:

#### 1.1.

- a) Conductores eléctricos conectados directamente sobre el caño de acero por el proceso de soldadura aluminotermia, utilizando óxido de cobre y polvo de aluminio. El tamaño de la carga de la soldadura aluminotérmica deberá limitarse a un cartucho de 15 gramos.
- b) Conductores eléctricos conectados directamente sobre el caño de fundición o hierro dúctil por proceso de soldadura aluminotérmica utilizando óxido de cobre y polvo de aluminio. El tamaño de la carga de la soldadura aluminotérmica debe limitarse a un cartucho de 32 gramos.

1.2. la ligadura de conductores eléctricos directamente al caño de acero con el uso de soldadura suave

u otro material que no involucre temperaturas que excedan a las de las soldaduras suaves.

- 1.3. Para líneas de acero que opera a menos del 29% de la TFME los conductores de prueba pueden conectarse mediante soldadura fuerte (a plata).
- 1.4. Las conexiones mecánicas que permanezcan seguras y eléctricamente conductoras también pueden usarse.

## **2 OTRAS CONSIDERACIONES**

Por conveniencia, los conductores pueden ser codificados o identificados de manera permanente. El alambre debe instalarse con flojedad. Debe evitarse dañar la aislación, pero si ello ocurre se efectuarán las reparaciones que corresponda. Los conductores de prueba no deben exponerse al calor y a la luz del sol excesivos.

### **SECCION 473 - CONTROL DE CORROSION EXTERNA. CORRIENTES DE INTERFERENCIA**

- a) Todo sistema de cañería expuesto a corrientes de interferencia deberá tener un programa de mantenimiento y control para minimizar los efectos perjudiciales de tales corrientes.
- b) Todo sistema de protección catódica por corriente impresa o por ánodos galvánicos, deberá ser diseñado e instalado de manera de reducir al mínimo cualquier efecto adverso sobre estructuras metálicas enterradas, no interconectadas al sistema (extrañas). En el caso de Sistemas por Corriente impresa se deberá mantener una distancia mínima dispersor-estructura extraña que evite generar interferencias en la misma.
- c) Toda cañería instalada en las proximidades de las fundaciones de las torres de transmisión eléctrica, puestas a tierra, o en otras zonas donde podrían producirse fugas de corriente o descargas atmosféricas, deberá estar debidamente protegida contra esos riegos y de acuerdo a lo especificado al respecto.

### **MATERIAL DE GUIA**

Una referencia útil para el punto a) de la Sección 473 es la Sección 9 de la Norma NACE RP 0172-72. Una vez que se han establecido los métodos de control de interferencias, deben realizarse ensayos o inspecciones periódicas para asegurar su efectividad continua. Ver la Sección 465 b), c) y d) de esta norma para los requisitos de ensayo e inspección para los rectificadores de protección catódica y de conexiones de interferencias.

### **SECCION 475 - CONTROL DE CORROSION INTERNA. GENERALIDADES**

- a) No podrán ser transportados por cañerías gases corrosivos a menos que los efectos corrosivos del gas sobre la cañería hayan sido investigados y se hayan tomado las medidas necesarias para reducir al mínimo la corrosión interna.
- b) Toda vez que un caño sea removido de una línea enterrada por cualquier razón, deberá inspeccionarse su superficie interna, a fines de detectar la existencia de corrosión. Si se encuentra corrosión interna:
  - 1) los caños adyacentes deberán ser examinados, para determinar la extensión de la corrosión interna;
  - 2) deberá realizarse la sustitución en la extensión requerida por los párrafos que fueran aplicables de las secciones 485, 487 ó 489;
  - 3) deberán tomarse las medidas necesarias para reducir al mínimo la corrosión interna.

- c) No podrá ser almacenado gas en recipientes tipo caño, botella o cilindro, cuando contengan más de 2,280 gramos de hidrógeno sulfurado por cada 1000 m<sup>3</sup> normal.

## **MATERIAL DE GUIA**

### **1. INTRODUCCION**

En presencia de agua libre, los gases que contienen determinados componentes (como anhídrido carbónico, sulfuro de hidrógeno, oxígeno, cloruros, ácidos orgánicos, bacterias y sólidos o precipitados) pueden ser corrosivos para las cañerías de acero.

### **2. CONSIDERACIONES DE DISEÑO Y MEDIDAS CORRECTIVAS**

Cuando se prevé o determina que los materiales a transportar son corrosivos, se considerará lo siguiente:

- a) Selección de materiales especiales
  - 1) Materiales no metálicos.
  - 2) Materiales no ferrosos.
  - 3) Aceros con aleaciones especiales.
- b) Efecto de las velocidades de flujo.
- c) Control del punto de rocío del agua (por deshidratación, separación o control de la temperatura).
- d) Eliminación de materiales corrosivos.
- e) Revestimiento interno.
- f) Instalaciones de limpieza.
- g) Inyección de inhibidor.
  - 1) Los inhibidores no deben provocar el deterioro de ninguno de los componentes del sistema.
  - 2) Los inhibidores deben ser compatibles con el gas transportado y toda operación de procesamiento de gas aguas abajo.
- h) Dispositivos para el control de la corrosión.

### **3. DETECCION**

La corrosión interna se podrá detectar por los siguientes métodos:

- a) Inspección visual del caño.
- b) Electrodo exploradores de corrosión.
  - 1) Probetas de pérdida de peso.
  - 2) Exploradores de resistencia.
  - 3) Exploradores de polarización.
  - 4) Exploradores de hidrógeno.

- c) Muestreo y análisis químicos.
- d) Herramientas de inspección interna.
- e) Ultrasonido.
- f) Radiografía.

#### **4. REFERENCIAS UTILES**

- a) 2 del Material de Guía de la Sección 53.
- b) Norma NACE RP 0175-75 "Control de la Corrosión Interna en Cañerías de Acero y Sistemas de Cañerías".
- c) Norma NACE MR 0175-92 "Materiales Metálicos Resistentes a la Fisuración por Tensión de Sulfuro para Equipos de Yacimientos de Petróleo".
- d) Publicación NACE 3D170 "Métodos Eléctricos Modernos para determinar Velocidades de Corrosión".

#### **SECCION 477 - CONTROL DE CORROSION INTERNA. MONITOREO**

Si se transportan gases corrosivos, deberán utilizarse testigos u otros medios apropiados para determinar la efectividad de las medidas tomadas para minimizar la corrosión interna.

Todo testigo u otro medio de verificación de corrosión interna deberá ser controlado a intervalos que no excedan de 6 meses.

#### **MATERIAL DE GUIA**

Los dispositivos que pueden emplearse para controlar la corrosión interna o la eficacia de los inhibidores incluyen sondas de hidrógeno, sondas de corrosión, probetas con pérdida de peso, bobinadoras de ensayo y equipo para ensayos no destructivos capaces de indicar pérdida del espesor de pared.

Se deberá considerar la elección del lugar y el tipo de planta de acceso necesaria para exponer el dispositivo a un control en línea. Se recomienda incorporar una característica de retractibilidad en la planta de monitoreo para evitar los cierres de la instalación durante las inspecciones periódicas (tales como mediciones de pérdida de peso), y para limpieza en línea de la instalación.

Se deberá establecer un procedimiento escrito para verificar el dispositivo de control.

#### **SECCION 479 - CONTROL DE CORROSION ATMOSFERICA. GENERALIDADES**

Toda cañería o tramo de cañería instalada y expuesta a la atmósfera, deberá contar con un revestimiento adecuado para la prevención de la corrosión atmosférica, de acuerdo en lo aplicable con lo indicado en la Sección 461.

## MATERIAL DE GUIA

### 1 DETERMINACION DE AREAS CON CORROSION ATMOSFERICA

#### 1.1. Inspección visual

- a) La mejor forma de detectar la corrosión atmosférica es mediante la inspección visual (se pueden necesitar escaleras, andamios, montacargas u otros medios adecuados para que el inspector pueda acceder a la estructura que se inspecciona). Se considerarán en especial las abrazaderas, chapas de apoyo, aberturas encamisadas, áreas de interfase aire a suelo.
- b) Puede utilizarse una consola de exposición para evaluar revestimientos y materiales en medios locales tales como ubicaciones industriales, costeras y costa afuera. (Muchos de los Procedimientos de las Normas o métodos de ensayo ASTM para evaluar materiales y revestimientos pueden obtenerse en la Sociedad Estadounidense para Ensayos y Materiales, ASTM, 1916 Race Street, Filadelfia, Pensilvania 19103).
- c) También puede determinarse la corrosión atmosférica en medidores y reguladores mediante la inspección hecha por empleados del operador, como, por ejemplo, lectores de medidor y personal de detección de fugas.

### 2. CONTROL DE LA CORROSION ATMOSFERICA

#### 2.1. Generalidades

- a) La necesidad de revestimiento se determinará por la experiencia en el mismo ambiente u otro esencialmente idéntico.
- b) El grado de preparación de superficie, la selección de los materiales de revestimiento, y los procedimientos de aplicación se elegirán para lograr la vida útil deseada del sistema de revestimiento. Una referencia útil es "Buena Práctica de Pintura" (Volúmenes 1 y 2) publicado por el Consejo de Pintura de Estructuras de Acero de EE.UU. (SSPC). Puede conseguirse en la oficina de los Contratistas de Pintura y Decoración de EE.UU., 7223 Lee Highway, Falls Church, Virginia, 22046.

#### 2.2. Cañerías expuestas e instalaciones afines

Se considerarán los siguientes métodos.

- a) Uso de revestimiento (Ver 2.1.)
- b) Selección de materiales resistentes a la corrosión.
- c) Se evitarán áreas en las que los vientos prevalecientes o demás condiciones depositen materiales corrosivos (como sal, humedad o efluentes industriales). La protección en estas zonas se hará seleccionando una mejor ubicación de medidor y regulador o utilizando un alojamiento protector.
- d) Uso de materiales y/o revestimientos más durables adecuados al ambiente para instalaciones en minas o cámaras que pudieran quedar periódicamente sumergidas o expuestas a la excesiva condensación.
- e) Protección de líneas de venteo del regulador, del taponamiento producido por productos de la corrosión. Cuando sea posible, se instalará la línea en una posición de autodrenaje y, de ser necesario, se la extenderá por encima de un posible nivel de inundación.
- f) Uso de material para tuberías de ventilación compatible con el medio circundante. (Por ejemplo, algunos tipos de tubería plástica no deberían exponerse a la luz del sol, ni sumergir o ubicar en contacto con hormigón determinadas aleaciones de aluminio).

## **SECCION 481 - CONTROL DE CORROSION ATMOSFERICA. MANTENIMIENTO**

Después de satisfacer los requerimientos de la sección 479, el operador deberá - a intervalos que no excedan de 3 años para cañerías en tierra firme y una vez por año calendario pero en períodos que no excedan de quince (15) meses para cañerías costa afuera - efectuar el reconocimiento de toda aquella que esté expuesta a la atmósfera y tomar medidas correctivas toda vez que sea necesario para mantener la protección contra la corrosión atmosférica.

### **MATERIAL DE GUIA**

Ver 1 del Material de Guía de la Sección 479.

## **SECCION 483 - MEDIDAS CORRECTIVAS. REPARACIONES**

- a) Todo reemplazo de tramos en cañerías existentes (enterradas o sumergidas) debido a problemas de corrosión externa, deberá protegerse catódicamente y aislarse del medio corrosivo de acuerdo a lo indicado en las Secciones 455 y 461.
- b) Todo tramo de caño enterrado o sumergido que necesite ser reparado por causas de corrosión externa, deberá ser protegido catódicamente y aislado del medio corrosivo de acuerdo con lo indicado en las Secciones 455 y 461.

### **MATERIAL DE GUIA**

No es necesario.

## **SECCION 485 - MEDIDAS DE CORRECCION. LINEAS DE TRANSPORTE**

### **a) CORROSION GENERALIZADA**

Todo tramo de línea de transporte con corrosión general y con un espesor remanente de pared menor que el requerido por la presión máxima admisible de operación de la cañería, deberá ser reemplazado o la presión de operación ser reducida adecuadamente a la resistencia mecánica del caño basada en el espesor de pared remanente.

Si la zona de corrosión general es pequeña, el caño corroído podrá ser reparado.

Picaduras por corrosión tan estrechamente agrupadas como para afectar la resistencia total del caño se consideran corrosión generalizada para los propósitos de este párrafo.

### **b) PICADURAS DE CORROSION LOCALIZADA**

Todo tramo de caño de línea de transmisión con picadura por corrosión localizada en un grado que podría ocasionar una pérdida, deberá ser reemplazado o reparado, o la presión de operación deberá ser reducida adecuadamente, conforme a la resistencia del caño, basado en el espesor de pared remanente en la zona de picaduras.

- c) Los puntos a y b deberán remitirse a lo señalado en el Apéndice G-6 de la presente Norma.

### **MATERIAL DE GUIA**

#### **1. EVALUACION**

La evaluación de la resistencia a la presión de una zona que sufrió corrosión. a fin de determinar sus

posibilidades de continuar en servicio, puede realizarse por un método analítico, por pruebas de presión o por un método alternativo.

- 1) **Método analítico.** El área corroída debe limpiarse a fondo hasta dejar el metal pulido. Se debe tener cuidado al limpiar dichas zonas en cañerías presurizadas cuando el grado de corrosión es significativo. Cuando la profundidad de la corrosión alcanza a un 10% o menos del espesor nominal de la pared, el caño puede continuar en operación a la MAPO (máxima presión de operación admisible). Si la profundidad de la corrosión excede el 10%, pero es menor que el 80%, las zonas corroídas dentro de las limitaciones especificadas en el Apéndice G-6 son apropiadas para continuar en servicio a la MAPO.

Cuando la profundidad de la corrosión supera el 80% del espesor de pared nominal, excepto aquellas áreas corroídas que puedan ser calificadas por el método alternativo, deben ser reparadas o reemplazadas. El método analítico no es aplicable a zonas corroídas en la soldadura longitudinal. Si la región corroída no se encuentra dentro de los límites la MAPO establecida puede ser confirmada, o puede determinarse una MAPO menor ya sea aplicando el Apéndice G-8 o por medio de la prueba de presión descrita en el punto (2) siguiente (Ver Diagrama del Proceso del Método Analítico, Apéndice E).

- 2) **Presión de prueba.** El caño que contiene la región corroída puede ser sometido a una prueba de presión para confirmar la MAPO establecida o para determinar una MAPO inferior. La prueba de presión debe satisfacer los requisitos generales de la parte J y debe mantenerse presión durante, por lo menos, 8 horas. La MAPO establecida se puede confirmar probando a una presión por lo menos igual a la resultante de multiplicar la MAPO por el factor correspondiente de la Tabla 485 i ó ii. Se puede establecer un valor inferior de la MAPO dividiendo la presión de prueba que ha dado resultado exitoso por el factor apropiado:
  - a) Para segmentos de cañería cuya operación en el trazado de clase inmediatamente superior no está confirmada (ver la Sección 611).

**TABLA 485 i**

CLASE DE TRAZADO	FACTOR
<b>Trazado clase 1</b>	
Edificios no utilizados para habitación humana dentro de los 90 m	1,10
Edificios utilizados para habitación humana dentro de los 90 m	1,25
<b>Trazado clase 2</b>	1,25
<b>Trazado clase 3 y 4 y cañerías de estaciones medidoras y compresoras en trazados clase 1 y 2.</b>	1,5

- b) Para segmentos de cañería cuya calificación se requiere para una clase de trazado existente (de acuerdo con la Sección 611).

**TABLA 485 ii**

CLASE DE TRAZADO	FACTOR
Trazados clase 2	1,25
Trazados clase 3	1,50
Trazados clase 4	1,80

## METODO ALTERNATIVO

Para condiciones de bajo nivel de tensión, se podrá usar el siguiente método. Se podrá determinar una MAPO que no supere lo establecido, usando la fórmula siguiente:

$$P = \frac{2.S.t_r.T}{D}$$

P = MAPO (no podrá superar la establecida), lb/pulg<sup>2</sup>.

S = tensión circunferencial, lb/pulg<sup>2</sup>.

D = diámetro externo del caño, pulgadas.

t<sub>r</sub> = verdadero espesor de pared remanente en el punto de mayor corrosión, pulgadas.

T = factor de disminución de temperatura (Ver Sección 115).

S no podrá superar el 72% de la TFME en clase 1 de trazado, 60% en clase 2 de trazado, 50% en clase 3 de trazado y 40% en clase 4.

## 2. REPARACION O REPOSICION

Si debido a una zona de corrosión externa, una cañería no está habilitada para opera a la MAPO establecida y si ésta no puede reducirse al nivel de seguridad indicado, se deberá reparar o reemplazar la cañería. Ver en Secciones 711, 717 (a) (3), y en el Material de Guía de la Sección 713, métodos aceptables de reparación.

## SECCION 487 - MEDIDAS DE CORRECCION. LINEAS DE DISTRIBUCION

### a) Corrosión general

Todo tramo de caño de línea de distribución con corrosión generalizada, con un espesor de pared remanente menor que el requerido por la presión máxima admisible de operación de cañería, o un espesor de pared remanente menor del 30% del espesor nominal, deberá ser reemplazado. Sin embargo, si la zona de corrosión generalizada es pequeña, el caño corroído podrá ser reparado. Las picaduras de corrosión agrupadas densamente de manera que afecten la resistencia total del caño se considerarán corrosión generalizada para los propósitos de este párrafo.

### b) Picaduras de corrosión localizada en cañerías de acero

Todo tramo de caño en líneas de distribución con picaduras de corrosión localizada en un grado tal que podría ocasionar una pérdida deberá ser reemplazado o reparado.

c) Estas medidas no son de aplicación en el caso de cañerías de fundición o hierro dúctil.

## MATERIAL DE GUIA

Cuando la inspección indica que existen picaduras que podrían resultar en pérdidas, el operador debe considerar:

- 1 Examinar los informes sobre el desarrollo de la corrección y los registros de pérdidas, para comprobar si esta información adicional llega a justificar el reemplazo de un segmento de esta cañería de distribución.
- 2) Instalar grampas apropiadas para anular pérdidas, encima de las picaduras.

- 3) Limpiar y revestir la cañería expuesta de acuerdo con la Sección 461.
- 4) Aplicar protección catódica.
- 5) Instalar testigos de prueba para controlar el comportamiento de la protección catódica.

## **SECCION 489 - MEDIDAS DE CORRECCION. CAÑERIAS DE FUNDICION Y DE HIERRO DUCTIL**

### **a) Grafitización general**

Todo segmento de caño de fundición o hierro dúctil en el cual se encuentre grafitización general en tal grado que podría ocasionar una fractura o pérdida deberá ser reemplazado.

### **b) Grafitización localizada**

Todo segmento de caño de fundición o hierro dúctil en el cual se encuentre una grafitización localizada en un grado que podría causar una pérdida, deberá ser reemplazado, reparado o sellado por un método adecuado de sellado que impida una pérdida.

## **MATERIAL DE GUIA**

### **1. INTRODUCCION**

Un caño de hierro fundido grafitizado, es uno en el cual el hierro ha sido convertido en productos de corrosión, dejando el grafito, quedando el caño aparentemente intacto. Esto se pone en evidencia porque el caño queda blando y se puede raspar con un cuchillo u otro tipo de hoja.

### **2. CONSIDERACIONES DE REPARACION**

Cuando la inspección indica que la grafitización general o localizada, ha avanzado hasta un grado que puede dar lugar a la fractura o pérdida, se deberá:

- a) Determinar el grado de grafitización por comparación de un caño adicional.
- b) Reparar el caño con grampas o con un manguito donde existe una grafitización localizada de un grado tal que la abrazadera o el manguito alcanzarán a cubrir totalmente el área grafitizada y siempre que los extremos de los mismos apoyen sobre caño firme, no grafitizado. Ver 2 en Material de Guía de la Sección 755 cuando se haya perturbado el apoyo.

### **3. REPOSICION**

El caño de fundición grafitizado deberá ser reemplazado cuando se encuentre en las siguientes condiciones:

- a) Si una inspección indica que existe una zona grafitizada o blanda adyacente a desagües cloacales de edificios, accesos a cámaras subterráneas, conductos o en áreas sujetas a tráfico de vehículos pesados.
- b) Si se registraran grietas debidas a la grafitización o a localizaciones grafitizadas, concentradas en una zona determinada, en los últimos cinco años.
- c) Si se encontraran grietas debidas a la grafitización o a caños grafitizado en zonas de suelo inestable, pantanos o terrenos rellenados.
- d) Si se descubre grafitización en excavaciones para construcción o para pavimentación de calles.

4. Para cañería de fundición, ver en Apéndice G-18 de Material de Guía, "Cañería de fundición de hierro".  
Para hierro dúctil ver punto 4.3. (b) del apéndice G-18 del Material de Guía "Cañería de hierro fundido".

#### **SECCION 491 - REGISTRO DE CONTROL DE CORROSION**

Los siguientes registros deberán ser conservados durante la totalidad del tiempo que la cañería permanezca en servicio:

**a) PLANOS**

Planos indicando la ubicación de la cañería protegida catódicamente, dispositivos y sistemas de protección catódica y las estructuras próximas conectadas al mismo sistema.

**b) INFORMES**

Informe de ensayos, relevamientos e inspecciones de los sistemas de protección catódica, potenciales y cobertura aislante.

Informe de las reparaciones y cambios de cañerías efectuados.

Informes de siniestros y pérdidas.

Informes de los monitoreos continuos de espesores efectuados sobre la línea, y los resultados del mismo.

Informe anual de las PRIORIDADES 1, 2, y 3, las cuales contemplen los trabajos a ejecutar en cada área, en base a la información precedente, y a la importancia de cada una de ellas.

#### **MATERIAL DE GUIA**

Además de los requisitos específicos de la Sección 491, la información de los registros o mapas usados para el control de la corrosión debería incluir:

- a) Ubicación de plantas de ensayo.
- b) Ubicación de rectificadores y tomas a tierra.
- c) Ubicación de ánodos galvánicos instalados.
- d) Ubicación de instalaciones para el control de la corrosión (como bridas o conexiones aislantes, enlaces, interruptores automáticos y diodos).
- e) lecturas de potencial caño a suelo.
- f) Longitud y ubicación de tramos de cañería protegidos catódicamente.
- g) Ubicación de cañerías metálicas no protegidas.
- h) Fecha de entrada en servicio de las instalaciones con protección catódica.



## PARTE J - REQUISITOS DE PRUEBA

### SECCION 501 - ALCANCE

Esta parte prescribe requisitos mínimos de pruebas de fuga y de resistencia para cañerías.

#### MATERIAL DE GUIA

No es necesario.

### SECCION 503 - REQUISITOS GENERALES

- a) Ninguna persona podrá operar un tramo nuevo de cañería, o retornar a servicio activo un tramo de cañería que haya sido reubicado o reemplazado, antes que:
- 1) haya sido probado de acuerdo con esta parte y la Sección 619 para verificar la presión máxima admisible de operación.
  - 2) haya sido localizada y eliminada toda pérdida potencialmente peligrosa.
- b) El medio de ensayo podrá ser líquido, aire, gas natural o gas inerte que sea:
- 1) compatible con el material de la cañería;
  - 2) relativamente libre de material sedimentario; y
  - 3) no inflamable (excepto el gas natural).
- c) Excepto lo previsto en la sección 505 a), si se emplea aire, gas natural o gas inerte como medio de prueba, se aplicará la limitación de la máxima tensión circunferencial siguiente:

CLASE DE TRAZADO	MAXIMA TENSION CIRCUNFERENCIAL ADMISIBLE COMO PORCENTAJE DE LA TFME	
	GAS NATURAL	AIRE O GAS INERTE
1	80	80
2	30	75
3	30	50
4	30	40

- d) Toda soldadura que se ejecute para conectar un segmento probado de cañería, está exceptuada de los requerimientos de prueba de esta parte, pero debe probarse que no pierda a no menos de su presión de operación.

#### MATERIAL DE GUIA

El procedimiento de prueba deberá considerar lo siguiente:

- a) Método y equipos usados.
- b) Medio de prueba y máxima presión de prueba.
- c) Duración de la prueba.
- d) Contenido volumétrico de la cañería y clase de trazado.

Ver en la Sección 619 los requisitos de la presión de prueba para establecer la máxima presión de trabajo admisible para cañerías plásticas y de acero.

Ver Apéndice G-9 del Material Guía "Condiciones de Prueba para cañerías excepto Líneas de Servicio" y Apéndice G-10 "Condiciones de Prueba para Líneas de Servicio".

Ver Norma G E-N1-124 (Apéndices G-1 y G-4).

### **SECCION 505 - REQUISITOS DE PRUEBA DE RESISTENCIA PARA CAÑERÍA QUE OPERARA A UNA TENSION CIRCUNFERENCIAL DEL 30 % O MAS DE LA TFME**

- a) Excepto para servicios, todo tramo de cañería de acero que operará a una tensión circunferencial del 30% o más de la TFME, deberá ser sometido a una prueba de resistencia de acuerdo con esta sección para confirmar su aptitud para soportar la presión máxima admisible de operación. Además, en una clase de trazado 1 ó 2, si hay un edificio destinado para ocupación humana dentro de los 90 m de una cañería, deberá realizarse una prueba hidrostática a una presión de por lo menos el 125 % de la presión máxima de operación en ese tramo de cañería, dentro de los 90 m del edificio. El tramo de prueba no podrá ser menor de 180 m, a menos que la longitud de la cañería instalada nuevamente o reubicada no alcance esa longitud. No obstante, si el o los edificios son evacuados durante el tiempo en que la tensión circunferencial exceda del 50 % de la TFME, podrá emplearse como medio de prueba, aire o gas inerte.
- b) En clase 1 ó 2 de trazado, toda estación compresora, de regulación o de medición, deberá ser probada por lo menos de acuerdo a los requisitos de prueba de la clase 3.
- c) Excepto lo previsto en el párrafo e) de esta sección, el ensayo de resistencia deberá realizarse manteniendo la presión a o por encima de la presión de ensayo durante 8 horas, como mínimo.
- d) Si un componente que no sea un caño, es el único ítem a ser reemplazado o agregado a una cañería, no se requiere prueba de resistencia después de instalado, si el fabricante del componente certifica que:
  - 1) fue probado por lo menos a la presión requerida para la cañería a la cual será agregado; o
  - 2) fue fabricado bajo un sistema de control de calidad, que asegure que cada ítem fabricado es al menos igual en resistencia a un prototipo, y que este prototipo fue probado por lo menos a la presión requerida para la cañería a la cual será agregado.
- e) Para unidades fabricadas y tramos cortos de cañerías, en las cuales un ensayo después de instalados resulta impracticable, deberá realizarse un ensayo de resistencia previo a la instalación manteniendo la presión a la presión de prueba o por encima de la misma, por lo menos durante 4 horas.

### **MATERIAL DE GUIA**

#### **1. GENERALIDADES**

Cabe destacar las siguientes consideraciones preliminares.

- a) Debido a los requisitos de la Sección 611 y la posibilidad de un cambio en la clase de trazado, en especial en clases 1 y 2, se recomienda realizar una prueba de presión, como mínimo, al 90 % de la

TFME.

- b) A pesar de otras disposiciones de la Guía, se podrán probar los gasoductos y redes de distribución que cruzan autopistas y ferrocarriles, de la misma manera y a la misma presión que las cañerías a cada lado del cruce.
- c) A pesar de otras disposiciones de la Guía, los conjuntos fabricados (como conjuntos de válvulas de línea principal, conexiones transversales y colectores en cruces de ríos) instalados en cañerías en clase 1 de trazado, según lo requerido en la Sección 111. se podrán probar de la misma manera que los trazados clase 1.

## **2. PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO**

El procedimiento de ensayo usado se seleccionará después de considerar los siguientes ítem:

- a) Equipo a usar.
- b) Medio de ensayo. (\*)
- c) Medio ambiente.
- d) Perfil de elevación.
- e) Contenido volumétrico de la línea.
- f) Presión de prueba. (\*)
- g) Duración del ensayo. (\*)
- h) Ubicación de la línea.
- i) Efectos de los cambios de temperatura en la presión del medio de ensayo.

(\*) Ver Apéndice G-9.

## **3. PRUEBA HIDRAULICA**

### **3.1 Preparación**

Se recomienda aislar físicamente el tramo a ensayar de todas las otras cañerías. No se recomienda ensayar contra válvulas cerradas. Se usarán casquetes soldados, bridas ciegas, u otros dispositivos de diseño apropiado para cerrar extremos de caño. Se recomienda también insertar esferas o "scrappers" en la cañería delante del agua para reducir la retención de aire durante el llenado y facilitar las operaciones de desagote.

### **3.2 Evaluación del ensayo**

#### **a) Generalidades**

A fin de poder realizar una interpretación inteligente de las variaciones de presión, es importante usar termómetros, manómetros de peso muerto, medidores patrones, etc., y efectuar las lecturas en puntos correctamente localizados y a intervalos adecuados. Se recomienda usar gráficos de presión-temperatura para ensayos que debieran aproximarse a la TFME.

#### **b) Pequeñas variaciones de presión durante períodos de prueba**

La experiencia demuestra que a menudo se produce una leve y constante baja de presión durante el período de prueba. Esto no indica necesariamente la existencia de una fuga. Estas bajas pueden con frecuencia ser producto de un cambio en la temperatura del fluido de ensayo, una pequeña retención de aire, o una pérdida en la conexión del manómetro. La suba de presión se deberá por lo general al calentamiento del aire retenido en la estructura y/o al calentamiento del fluido de ensayo. Cuando una parte apreciable del caño (sin tapar) se ve expuesta a la atmósfera durante el ensayo, los efectos de

la temperatura son a veces muy pronunciados.

En el caso de una baja leve y sostenida, una buena práctica consiste en agregar periódicamente fluido, manteniendo de esta forma la presión hasta completar el período de prueba. del mismo modo, también es una buena práctica purgar pequeñas cantidades de fluido de ensayo para no superar la máxima presión elegida.

### **3.3 Detección de pérdidas menores**

Una vez completada una prueba de resistencia hidráulica, y si existen indicaciones de una fuga menor no detectada durante la prueba, podrá llenarse la línea con gas natural u otro gas detectable a una presión inferior o igual a la máxima presión de trabajo admisible del tramo de cañería que se ensaya; y se usará un dispositivo adecuado de detección de gas (como un analizador de ionización de llama, unidad de combustión catalítica controlada, analizador de infrarrojo, o detector de óxido nítrico) para buscar las fugas.

### **3.4 Reparaciones**

Se podrán realizar reparaciones temporarias a fin de no interrumpir el ensayo, mientras que la reparación definitiva se realiza una vez finalizado el ensayo y antes de la puesta en servicio. Si se realizan reparaciones permanentes después de terminado el ensayo usando un caño preensayado, se inspeccionarán las soldaduras de unión de acuerdo con la Sección 241.

## **4. ENSAYO CON AIRE, GAS NATURAL O INERTE**

En la Sección 503 c) se especifican los límites máximos de tensión circunferencial. Requisitos más estrictos para la realización de dichos ensayos de resistencia dentro de 90 m alrededor de los edificios diseñados para ocupación humana, se especifican en la Sección 505 a).

### **4.1 Preparación del ensayo**

Se recomienda aislar físicamente el tramo de cañería a ensayar de todas las otras líneas. No se recomienda ensayar contra válvulas cerradas. Se deberán usar casquetes soldados, bridas ciegas u otros dispositivos de diseño apropiado para cerrar extremos de caños.

Se deberá considerar el purgado para evitar la presencia de una mezcla explosiva aire-gas en los tramos de prueba. Remitirse a las Secciones 629 y 751 y al Material de Guía correspondiente.

A efectos de poder realizar una interpretación inteligente de las variaciones de presión, resulta importante utilizar termómetros, manómetros de peso muerto y medidores de mucha exactitud, así como tomar lecturas en puntos correctamente ubicados y en intervalos adecuados.

### **4.2 Procedimiento de ensayo**

Se recomienda aplicar la presión en el tramo de prueba en incrementos iguales al 25 % de la presión total de prueba. Al final de cada incremento, se mantendrá la presión mientras se verifica el tramo de prueba en busca de fugas u otras fuentes que ocasionan la rápida bajada de presión.

### **4.3 Localización de pérdidas**

La ubicación de las pérdidas se determinará visualmente, por el sonido, por el olfato, o utilizando equipos de detección de pérdidas. El método a emplear dependerá del medio de ensayo. Advertencia: pueden existir múltiples fugas.

### **4.4 Reparaciones**

Puede resultar prudente reducir la presión en el tramo de ensayo antes de exponer el caño para su reparación. Si bien pueden realizarse reparaciones temporarias durante el ensayo, las permanentes deben cumplir con las Secciones 309, 711, 713, 715 ó 717, según corresponda.

### **SECCION 507 - REQUISITOS DE PRUEBA PARA CAÑERIAS QUE OPERAN A UNA TENSION CIRCUNFERENCIAL MENOR AL 30 % DE LA TFME Y A MAS DE 4 bar**

Excepto para líneas de servicios y cañerías y tuberías plásticas, todo tramo de una cañería que será operada a una tensión circunferencial menor al 30% de la TFME y a más de 4 bar, deberá ser ensayada de acuerdo con lo siguiente:

- a) se deberá usar un procedimiento de prueba que asegure descubrir todas las pérdidas potencialmente peligrosas en el tramo a ser probado;
- b) si como medio de prueba se utiliza gas natural, gas inerte o aire y durante la misma el tramo va a ser tensionado al 20% o más de la TFME,
  - 1) deberá realizarse una prueba de fuga entre 4 bar y la presión requerida para producir una tensión circunferencial del 20% de la TFME; o
  - 2) deberá recorrerse a pie la línea a fin de detectar pérdidas mientras se mantiene la presión requerida para producir una tensión circunferencial aproximada al 20% de la TFME.
- c) la presión deberá ser mantenida a un nivel igual o superior a la presión de prueba por lo menos durante una hora.

#### **MATERIAL DE GUIA**

Ver 1 b), 1 c), 2, 3, 4.2, 5 y 6 del material de la Sección 505.

### **SECCION 509 - REQUISITOS DE PRUEBA PARA CAÑERIAS QUE OPERAN A 4 bar O POR DEBAJO DE ESTA PRESION**

Excepto servicios y cañerías y tuberías plásticas, todo tramo de una cañería que operará a 4 bar o por debajo de esta presión, deberá ser probado a fin de detectar posibles pérdidas de acuerdo con lo siguiente:

- a) el procedimiento de prueba a adoptar deberá asegurar el descubrimiento de toda pérdida potencialmente peligrosa en el tramo que está siendo probado;
- b) toda cañería principal que va a ser operada a menos de 0,05 bar deberá ser probada a la presión de operación como mínimo, y la que será operada a 0,05 bar o por encima de esta presión, deberá ser probada como mínimo a 1,5 veces la presión de operación pero a no menos de 4 bar.

#### **MATERIAL DE GUIA**

Ver 1 b), 4.1, 4.2 y 5 del material de la Sección 505; 2.1 a, b y d del material de la Sección 515 y el material del Apéndice G-9 y G-10. Se recomienda que toda cañería que opere a menos de 0,05 bar se la pruebe a 0,7 bar.

### **SECCION 511 - REQUISITOS DE PRUEBA PARA SERVICIOS**

- a) Todo servicio (que no sea plástico) antes de ser puesto en operación deberá ser probado durante quince (15) minutos de acuerdo con esta sección, a fin de determinar la existencia de pérdidas. Si es factible. la conexión del servicio a la cañería principal deberá ser incluida en la prueba; de no ser factible deberá efectuarse una prueba a la presión de operación cuando sea puesto en servicio.

- b) Todo servicio que no sea plástico destinado a ser operado hasta una presión de 0,05 bar deberá ser probado por lo menos a la presión de operación.
- c) En todo servicio que no sea plástico, destinado a ser operado a una presión entre 0,05 bar y 4 bar, ambas inclusive, deberá efectuarse una prueba a presión como mínimo a 1,5 veces la presión de operación pero no menor a 4 bar.
- d) Todo servicio que no sea plástico, destinado a ser operado a una presión mayor a 4 bar, deberá ser probado por lo menos a la presión de operación, excepto los servicios de acero tensionados al 20% o más de la TFME que deberán probarse de acuerdo con la sección 507 de esta parte.

#### **MATERIAL DE GUIA**

Ver 1 b), 4.1, 4.2 y 5 del Material Guía en la Sección 2.1 a), b) y d) del material en 515 y los Apéndices G-9 y G-10.

Se recomienda que toda cañería a ser operada a menos de 0,05 bar, se la pruebe a 0,7 bar.

#### **SECCION 513 - REQUISITOS DE PRUEBA PARA CAÑERIAS Y TUBERIAS PLASTICAS**

- a) Todo tramo de una cañería o tubería plástica debe ser ensayado de acuerdo con esta Sección.
- b) El procedimiento de prueba debe asegurar descubrir todas las pérdidas potencialmente peligrosas en el tramo que está siendo probado.
- c) La presión de prueba debe ser al menos 1,5 veces la presión de operación máxima o 4 bar, la que sea mayor. Sin embargo, la presión máxima de prueba no debe ser mayor que tres veces la presión de diseño del caño o tubo.
- d) La temperatura del material termoplástico no deberá ser mayor que 37,8°C (100°F) durante la prueba.

#### **MATERIAL DE GUIA**

##### **1 UNIONES**

Las uniones de la cañería o tubería plástica deberán ser colocadas, vulcanizadas o endurecidas antes de iniciar la prueba.

##### **2 ODORANTE**

El odorante en estado líquido puede resultar perjudicial para determinadas clases de plástico y no debería usarse para detectar pérdidas en cañerías de tal material.

##### **3. OTROS**

Ver 2 y 3 del Material de Guía de la Sección 505 y los Apéndices G-9 y G-10.

En todo lo que no esté específicamente establecido en esta Sección y Material de Guía, y Apéndices citados, y no resulte contradictorio con los mismos, deberá cumplirse lo indicado en la Norma GE-N1-136. (Ver Apéndice G-1).

#### **SECCION 515 - REQUISITOS DE PROTECCION Y SEGURIDAD DEL MEDIO AMBIENTE**

- a) Además de lo indicado en la Sección 4 de esta Norma, al realizarse las pruebas bajo esta parte, todo

operador deberá asegurarse que se han adoptado todas las precauciones razonables para proteger al personal a su cargo y al público en general durante la prueba. Cuando la tensión circunferencial del tramo de cañería que se halla en prueba exceda el 50% de la TFME el operador deberá tomar todas las medidas prácticas necesarias para mantener alejada del área de prueba a toda persona ajena a la misma, hasta tanto la presión sea reducida a la presión máxima admisible de operación, o por debajo de la misma.

- b) El operador deberá asegurarse que el medio de prueba se utilizará de manera de reducir al mínimo el daño a la zona circundante.

## **MATERIAL DE GUIA**

### **1. OTROS REQUISITOS DE LA NORMA**

Cada operador, en cumplimiento de las disposiciones de este artículo, deberá analizar los requisitos de las Secciones 503 c), 505 a), 507 b), 553 a) y 555 c) ó d) 2).

### **2. CONDICIONES DE SEGURIDAD**

#### **2.1 Generalidades**

Se deberán considerar los siguientes factores en interés de la seguridad:

- a) Ubicación del personal que opera equipo de prueba a una distancia segura desde las instalaciones del gasoducto que se ensaya.
- b) Inspección visual de cañerías, cerramientos y demás equipos temporarios usados para el ensayo, tanto antes de aplicar la presión de prueba como a intervalos adecuados durante el ensayo, para asegurar su buen estado.
- c) Provisión de soportes o anclajes, según corresponda, para evitar niveles excesivos de tensión en las cañerías para ensayo y en las que se están ensayando.
- d) Ubicación de dispositivo de venteo de manera que se desvíe el gas y el medio de prueba lejos de cualquier conductor eléctrico.
- e) Llenando y purgando las instalaciones de una manera compatible con los buenos principios del purgado, tomando en consideración lo siguiente:
  - 1) Cumplimiento de los requisitos de la Sección 629.
  - 2) Minimizar el entrapamiento de aire o gas en un tramo de cañería que se someterá a una prueba hidráulica insertando una esfera u otro dispositivo adecuado delante del medio de ensayo durante el llenado, o instalando venteos en puntos altos.
  - 3) Dirección y velocidad del viento.
  - 4) Prevención de encendido accidental (ver 751).
- f) Comunicaciones entre el supervisor a cargo y los equipos de inspección de línea, estaciones de control de presión y monitoreo, puntos de purga y otras estaciones o personal responsable de diversos aspectos de la tarea.
- g) Disponibilidad de extinguidores de incendio, respiradores, arneses de seguridad, protectores auditivos, detectores de gas combustible, indicadores de deficiencia de oxígeno y otros equipos similares en la zona de trabajo.
- h) Distribución de un procedimiento escrito del ensayo (incluyendo partes aplicables del Apéndice G-12 del Material Guía) a empleados y/o personal del contratista.

Se recomienda analizar el procedimiento con todos aquellos que participen en la realización de ensayos antes de comenzar cualquier tarea, y deberá incluir medidas a adoptar en caso de fracaso de la prueba.

## **2.2 Pruebas que superen el 50% de la TFME**

Cuando el ensayo dé como resultado una tensión circunferencial del 50 % de la TFME, en especial en instalaciones donde aumenta la potencia, cada operador deberá tomar en cuenta las siguientes medidas precautorias para asegurar que en la zona de prueba estén sólo aquellas personas directamente involucradas con la operación.

- a) Colocación de señales de advertencia o barreras en lugares apropiados a lo largo del recorrido del gasoducto (como caminos o corredores públicos). Estas medidas se complementarán con patrullas y/o guardias de seguridad en zonas residenciales, industriales o cruces de ríos.
- b) Inspección aérea del recorrido del gasoducto, siempre que sea posible, para verificar la actividad en la zona de ensayo durante los ensayos con gas natural, gas inerte o aire.
- c) Notificación a las partes ubicadas en las proximidades de la cañería para que eviten la zona donde se realizan los ensayos.
- d) Notificación a las dependencias policiales, departamento de bomberos, oficinas viales federales y provinciales, compañías de ferrocarril y servicios públicos que tengan instalaciones en la zona de ensayo y, si corresponde, operadores de aeropuertos con respecto al alcance y duración del ensayo.
- e) Cuando el ensayo se realiza en áreas de elevado riesgo, se considerará lo siguiente:
  - 1) Programación del ensayo en el momento adecuado para minimizar la exposición del público.
  - 2) Limitación de la longitud del tramo de ensayo para reducir los peligros potenciales.

## **2.3 Ensayos que superen el 90 % de la TFME**

Cuando la presión de prueba produzca una tensión circunferencial de más del 90% de la TFME, se considerarán las siguientes precauciones adicionales para disminuir el riesgo a los ocupantes de las viviendas cercanas a la cañería.

- a) Uso de caño preensayado.
- b) Preensayo del tramo.
- c) Uso de dispositivos absorbedores de energía (como barreras de bolsas de arena, rellenos, apilamientos y paredes).

## **3. CONSIDERACIONES AMBIENTALES**

Cada operador, en cumplimiento de las reglamentaciones ambientales locales, provinciales y federales relacionadas con la eliminación del medio de ensayo deberá, entre otras cosas, considerar lo siguiente:

- a) Elegir agua proveniente de fuentes satisfactorias.
- b) Mitigación de la erosión e inundación de la zona en la que se descarga el agua.
- c) Uso de filtros, instalaciones de embalse u otros métodos apropiados para asegurar que ni la atmósfera ni las aguas de superficie se contaminen innecesariamente con los productos que se descargan.
- d) Uso de silenciadores durante la operación de purga cuando pudiera generarse ruido molesto para los habitantes de la zona.
- e) Programación y ubicación de purgas para reducir las objeciones públicas al ruido generado.

## **SECCION 517 - REGISTROS**

Todo operador deberá confeccionar, y retener durante la vida útil de la cañería, el registro de toda prueba realizada bajo las secciones 505 y 507. Cada registro deberá contener por lo menos la siguiente información:

- a) el nombre del responsable, el nombre del empleado del operador o contratista responsable de la realización de la prueba y el nombre de cualquier compañía de ensayo contratada, en caso de existir;
- b) el medio de prueba usado;
- c) la presión de prueba;
- d) la duración de la prueba;
- e) cartas de registro de presión u otro registro de lectura de presión;
- f) variaciones de elevación, siempre que sean significativas para la prueba en particular;
- g) pérdidas y fallas registradas y su ubicación.

## **MATERIAL DE GUIA**

No es necesario.



## PARTE K - INCREMENTO DE LA PRESION DE OPERACION

### SECCION 551 - ALCANCE

Esta parte prescribe requisitos mínimos para el incremento de la presión máxima admisible de operación en cañerías.

#### MATERIAL DE GUIA

No es necesario el Material de Guía.

### SECCION 553 - REQUISITOS GENERALES

- a) **Incrementos de presión:** siempre que los requisitos de esta parte exijan que un aumento de la presión de operación deba ser efectuado por incrementos parciales, el aumento de presión se realizará en forma gradual y a un régimen que pueda ser controlado, y conforme lo siguiente:
- 1) al final de cada aumento parcial, la presión deberá ser mantenida constante mientras todo el tramo de cañería en prueba es controlado por posibles pérdidas;
  - 2) toda pérdida detectada deberá ser reparada antes de efectuar un nuevo aumento de presión, excepto una pérdida que se ha determinado no ser potencialmente peligrosa y no necesita ser reparada, si es controlada durante el aumento de presión a fin de asegurarse que la misma no se torne peligrosa.
- b) **Registros:** todo operador que incremente la presión de un tramo de cañería, deberá retener durante la vida útil del tramo un registro de cada investigación requerida por esta parte, todo trabajo ejecutado y de cada prueba de presión realizada concernientes al aumento de presión.
- c) **Plan escrito:** todo operador que eleve la presión de un tramo de cañería deberá establecer un procedimiento escrito que asegure el cumplimiento de todos los requisitos aplicables de esta parte.
- d) **Limitación del aumento de la presión máxima admisible de operación:** excepto lo prescrito en la Sección 555 c), una nueva presión máxima admisible de operación establecida bajo esta parte, no podrá exceder la máxima que sería admisible bajo esta norma para un tramo nuevo de cañería construido de iguales materiales en la misma ubicación.

#### MATERIAL DE GUIA

Al cumplir los requisitos de la parte K de esta norma y otros requisitos locales, se recomienda que el plan escrito mencionado en la Sección 553 c) incluya, en la medida de lo posible, lo siguiente:

#### 1 Generalidades

- a) Propósito del aumento del régimen de presión.
- b) Cantidad del incremento y MAPO (máxima presión de operación admisible) propuesta.
- c) Clase o clases de trazado del tramo al que se aumentará la presión.
- d) Revisión de los requisitos de las Secciones 619, 621 y 623 para asegurarse de que se puede adoptar la nueva MAPO propuesta.
- e) Descripción de la instalación. Puede ser un plano esquemático que definirá claramente el tramo de

cañería cuya presión ha de ser elevada y todas las cañerías principales y líneas adyacentes. Se indicará en este plano la fecha en que este tramo fue construido, el diámetro de la cañería, el espesor de la pared, el grado del material empleado, conexiones laterales y otras indicaciones.

- f) Plan de trabajos propuestos, listando las etapas previstas para cumplir con el aumento de presión.
- g) Definición y asignación de responsabilidad para cumplir con las diversas etapas para la elevación del régimen de presión en un tramo. Deben incluirse procedimientos de supervisión y verificación para asegurarse de que todas las etapas se han llevado a cabo de acuerdo con la Norma, antes de comenzar a elevar la presión en el sistema.
- h) Documentación que indique los trabajos necesarios para aislar de las cañerías adyacentes, el sistema en el cual se ha de aumentar la presión. Las conexiones remanentes con la cañería adyacente, las cuales operan a menor presión, deben quedar en puntos de conexión donde han sido instalados dispositivos de reducción de presión en cumplimiento de las Secciones 195 y 201.
- i) Determinación de que se podrá mantener una presión adecuada en los sistemas adyacentes, cuando se aísla el tramo que incrementará su presión.  
  
Si se requieren interconexiones adicionales con un sistema de mayor presión de operación para mantener el sistema de menor presión, esas conexiones conformarán a esta norma.
- j) Instrucción del personal interviniente en el proceso de elevación de presión para asegurarse de que el plan de trabajo a desarrollar les sea familiar.
- k) Notificación a todos los clientes afectados con suficiente anticipación a la fecha de comienzo de los trabajos, para asegurarse un máximo de accesibilidad a las propiedades durante la operación de elevación del régimen de presión.
- l) Las alteraciones necesarias a las instalaciones de regulación y alivio de presión, se ajustarán necesariamente a las Secciones 195 y 201.
- m) Se tomarán precauciones a fin de proteger a obreros, empleados y al público en general durante las operaciones de aumento de presión.
- n) El control de la presión en las instalaciones adyacentes asegurará que no existan conexiones del sistema de alta presión al sistema de baja presión, sin los equipos reductores de presión de acuerdo a la Norma.
- o) Se hará una revisión final de detección de pérdidas para asegurarse de la integridad de la instalación después de que se haya completado la operación de elevación de presión.

## **2. Requisitos adicionales para sistemas de Distribución**

- a) Lista de las ubicaciones de válvulas seccionadoras a instalarse donde sea necesario, según los requisitos de la Sección 181.
- b) Lista de todos los servicios que se encuentran sobre tramos principales cuyo régimen de presión será elevado. (Verificar la exactitud de la lista revisando en obra cada propiedad lindante con los límites del área afectada. La alimentación del servicio a todas las propiedades lindantes con las vecindades de las áreas afectadas, también serán verificadas).
- c) Lista de las líneas inactivas que serán abandonadas y están aún conectadas al tramo cuyo régimen será elevado de acuerdo con la Sección 727.
- d) Lista de válvulas de línea de servicios que se instalan de acuerdo con los requisitos de las Secciones 363 y 365 en la medida en que sean de aplicación.

## **SECCION 555 - INCREMENTO DE LA PRESION HASTA PRODUCIR UNA TENSION CIRCUNFERENCIAL DEL 30% O MAS DE LA TFME EN CAÑERIAS DE ACERO**

- a) A menos que los requisitos de esta sección hayan sido satisfechos, ninguna persona podrá someter un tramo de cañería de acero a una presión de operación que produzca una tensión circunferencial del 30% o más de la TFME y que sea superior a la presión máxima admisible de operación establecida.
- b) Antes de incrementar la presión de operación por sobre la presión máxima admisible de operación establecida, el operador deberá:
  - 1) revisar el historial de diseño, operación y mantenimiento, y las pruebas previas del tramo de cañería, y determinar cuál de los incrementos propuestos es seguro y concordante con los requerimientos de esta norma; y
  - 2) efectuar toda reparación, reemplazo o alteración en el tramo de cañería que sea necesario para la operación segura con la presión aumentada.
- c) Después del cumplimiento del párrafo b) de esta sección, un operador podrá incrementar la presión máxima admisible de operación de un tramo de cañería, a la máxima permitida bajo la sección 619, tomando como presión de prueba la mayor a la cual el tramo de cañería fue previamente sometido (indistintamente en la prueba de resistencia, o durante la operación normal).
- d) Después del cumplimiento del párrafo b) de esta sección, un operador que no esté calificado bajo el párrafo c) de esta sección podrá incrementar la presión máxima admisible de operación previamente establecida si es cumplido por lo menos uno de los siguientes requisitos:
  - 1) el tramo de la cañería es probado satisfactoriamente de acuerdo con los requisitos de esta norma para líneas nuevas de igual material en la misma ubicación;
  - 2) el aumento de la presión máxima admisible de operación puede ser establecido para un tramo de cañería de ubicación Clase 1, si la línea no ha sido previamente probada, y si:
    - i) es impracticable realizar una prueba de acuerdo con los requerimientos de esta norma;
    - ii) la nueva presión máxima de operación no excede del 80% de la admisible para una línea nueva de igual diseño en la misma ubicación; y
    - iii) el operador determina que la nueva máxima presión admisible de operación es concordante con las condiciones del tramo de cañería y los requisitos de diseño de esta norma.
- e) Cuando se incrementa la presión de un tramo de cañería de acuerdo con los párrafos c) o d) 2) de esta sección, los aumentos de presión deberán ser realizados en incrementos parciales que sean iguales a:
  - 1) 10% de la presión anterior al aumento; o
  - 2) 25% del incremento total de presión;de las dos, la que produzca el menor número de incrementos.

### **MATERIAL DE GUIA**

#### **REVISION PREVIA AL INCREMENTO DE LA PRESION DE TRABAJO**

##### **1. Revisión del diseño**

- a) Clase de trazado actual
- b) Adecuación del diseño original, y de cualquier alteración hecha al diseño original durante la instalación original o con posterioridad a la misma, para servicio a la máxima presión de operación admisible

propuesta. Se prestará especial atención a lo siguiente:

- 1 ) Identificación del material tal como figura en los registros de la compañía.
  - 2) Uso de análisis en fábrica o de otros materiales o informes de inspección o inspecciones de campo para resolver discrepancias o determinar valores desconocidos.
  - 3) Regímenes de presión/temperatura de los componentes, en especial, presión de régimen a la temperatura límite de válvulas, reguladores, etc.
  - 4) Factor de junta longitudinal (E) del caño (Sección 113).
  - 5) Cierre de los extremos.
  - 6) Flexibilidad de los sistemas de cañerías.
- c) Condiciones actuales de servidumbre tales como las siguientes:
- 1) Cañerías subterráneas que están a la vista.
  - 2) Tramos de cañerías que crucen o estén dentro de servidumbres de caminos públicos.
  - 3) Cruces expuestos a tránsito vehicular pesado.
  - 4) Tramos de cañería sujetos a tensión mecánica adicional debido a asentamiento del apoyo u otros factores.
- d) Adecuación de los ensayos en fábrica de caño no ensayado con posterioridad a la instalación a, por lo menos, el 118 % de la máxima presión de operación admisible propuesta.
- e) Características, a la máxima presión de operación admisible propuesta, de los reguladores, controladores de flujo y demás instrumentos existentes.
- f) Necesidad de componentes adicionales de control de caudal, limitación de presión, o bloqueo, para operar a la máxima presión de operación admisible propuesta.
- g) Adecuación de instalaciones de servicio conectadas.

## **2. Revisión del historial de servicio**

- a) Fecha de construcción original.
- b) Presiones y temperaturas de servicio experimentadas por el tramo de gasoducto.
- c) Registros de una presión de operación adecuada para usar como presión de ensayo, como está permitido según c) de esta sección.
- d) Registros del historial de fugas.
- e) Registros de corrosión.
- f) Protección catódica.
  - 1 ) Fecha de instalación
  - 2) Nivel mantenido.
  - 3) Cambios importantes en los requerimientos de protección catódica.
- g) Condiciones operativas inusuales.

- h) Informes de averías y emergencias incluyendo la posibilidad de reiteración debido al aumento de presión.

### **3. Revisión del historial de mantenimiento.**

- a) Fugas existentes no reparadas.
- b) Reparaciones hechas a fugas, caños dañados y soldaduras.
- c) Informes de inspección de caño, análisis de fugas y protección catódica, para conocer las condiciones del caño y revestimiento.

### **4. Revisión del historial de pruebas.**

- a) Presión, medio, duración y fecha de cada una de las pruebas realizadas al tramo de cañería en cuestión. Si la fecha exacta no es indudable, en último caso puede considerarse una fecha lo más aproximada posible.

Debe registrarse la mayor presión de prueba de resistencia a que fue sometido el tramo, o bien la presión de prueba de resistencia suficiente para servir como presión de prueba aceptable para la máxima presión admisible de operación propuesta.

- b) Causa de cualquier fracaso de una prueba, si se conoce.
- c) Reparaciones realizadas a fugas, y caños y soldaduras dañados.

## **SECCION 557 - INCREMENTO DE PRESION EN CAÑERIAS DE ACERO A UNA PRESION QUE PRODUCIRA UNA TENSION CIRCUNFERENCIAL MENOR QUE EL 30% DE LA TFME. CAÑERIAS DE PLASTICO, FUNDICION DE HIERRO Y HIERRO DUCTIL**

- a) A menos que los requisitos de esta sección hayan sido cumplidos, ninguna persona podrá someter:
  - 1) un tramo de cañería de acero a una presión de operación que produjera una tensión circunferencial menor del 30% de la TFME y que esté por encima de la presión máxima admisible de operación previamente establecida; o
  - 2) un tramo de cañería plástica, de fundición o hierro dúctil, a una presión de operación que esté por encima de la presión máxima admisible de operación, previamente establecida.
- b) Antes de incrementar la presión de operación por encima de la máxima admisible previamente establecida, el operador deberá:
  - 1) revisar el diseño, operación e historial de mantenimiento del tramo de la cañería;
  - 2) realizar un reconocimiento para la localización de pérdidas (si ha pasado más de 1 año desde la última inspección) y reparar cualquier pérdida que sea encontrada, pero una pérdida que se ha determinado no ser potencialmente peligrosa, no necesita ser reparada si es controlada durante el aumento de presión y no se torna potencialmente peligrosa;
  - 3) realizar todas las reparaciones, reemplazos o modificaciones en el tramo de la cañería que sean necesarias para la seguridad de la operación a la presión incrementada;
  - 4) reforzar o anclar cañerías en S, curvas y terminales, en cañería unida por juntas de compresión o del tipo de enchufe y espiga, si están al descubierto en una excavación, a fin de prevenir fallas de la junta;
  - 5) aislar el tramo de cañería cuya presión va a ser incrementada, de cualquier tramo adyacente que continuará operando a menor presión; y

- 6) si la presión en la cañería principal o servicio, o en ambas, va a ser mayor que la presión entregada al usuario, instalar un regulador en cada línea de servicio y probar su correcto funcionamiento.

La presión podrá incrementarse cuanto fuese necesario para la prueba de cada regulador, después que cada uno de los mismos haya sido instalado sobre cada cañería sometida al incremento de presión.

- c) Después del cumplimiento con el párrafo b) de esta sección, el aumento de la presión máxima admisible de operación deberá efectuarse en incrementos que sean iguales a 0,7 bar o el 25% del total del aumento de presión, de ambos, el que produzca menor número de incrementos.

Toda vez que se apliquen los requisitos del párrafo b) 6) de esta sección, deberán realizarse como mínimo dos aumentos progresivos aproximadamente iguales.

- d) Si los registros para las instalaciones de cañería de hierro dúctil o de fundición no son lo suficientemente completos para determinar las tensiones producidas por presión interna, cargas de la zanja, cargas rodantes, tensiones de viga y otras cargas de flexión, deben seguirse los siguientes procedimientos, al evaluar el nivel de seguridad de la cañería cuando está operándose a la presión de incremento propuesta:

- 1) Si al estimar las tensiones, no pueden determinarse las condiciones originales de tendido, el operador deberá asumir que el caño de hierro de fundición quedó soportado sobre bloques: con relleno compactado; y que el caño de hierro dúctil fue tendido sin bloques, con relleno compactado.
- 2) A menos que la tapada máxima existente sea conocida, el operador deberá medir la tapada real en por lo menos 3 lugares distintos, donde se presume sea mayor y, de las tres mediciones usará la mayor.
- 3) A menos que el espesor nominal de pared existente sea conocido, el responsable deberá determinarlo por corte y medición de muestras de por lo menos tres tiras de caño no continuas. Las muestras deberán ser cortadas de caños ubicados en zonas donde la profundidad de tapada se presume sea mayor. El promedio de todas las medidas tomadas deberá ser incrementado por la tolerancia indicada en la tabla siguiente:

DIAMETRO	TOLERANCIA DE ESPESOR		
	FUNDICION DE HIERRO		HIERRO DUCTIL
	FUNDIDO EN HOYO	FUNDIDO CENTRIFUGADO	
mm	mm	mm	mm
76-203	1.91	1,65	1,65
254-305	2.03	1,78	1,78
356-610	2.03	2,03	1,91
762-1067	2.29	2,29	1,91
1219	2.29	2,29	2,03
1372-1520	2.29	---	---

**NOTA** El espesor nominal de pared del caño de fundición es el espesor normal indicado en tabla 10 ó tabla 11 de la Norma ANSI A 21.1, más cercano al valor obtenido bajo este párrafo.

- 4) En caños de fundición, a menos que el proceso de fabricación sea conocido, el operador dará por sentado que el mismo es fundido en molde, con una resistencia de tracción al estallido de 760 bar y un módulo de rotura de 2149 bar.

#### MATERIAL DE GUIA

## **PLANIFICACION Y ESTUDIOS DE INVESTIGACION**

### **1.1 Factibilidad**

Una vez elaborado un plan escrito de acuerdo con los requisitos de la Sección 553 c), la evaluación de la adecuación del diseño del sistema y la factibilidad de llegar a los niveles de aumento de presión debería incluir lo siguiente:

- a) Revisión de los regímenes de presión de los componentes del sistema de cañerías (tales como válvulas, accesorios, caño y reguladores).
- b) Revisión del historial de fugas, corrosión, presión de servicio y mantenimiento para determinar el estado real de las instalaciones.
- c) Análisis del efecto de la separación definitiva e incremento de presión sobre instalaciones adyacentes.

### **1.2 Consideración adicional**

- a) Se deberá realizar un análisis para confirmar que la MAPO propuesta concuerde con los requisitos estipulados en la Sección 553 d).
- b) Para cañería de fundición, ver Material de Guía del Apéndice G-18, "Caño de Fundición de Hierro".

## **2. TRABAJO PREVIO AL AUMENTO DE PRESION**

### **2.1 Análisis de fugas**

La Sección 557 b) 2), puede exigir un análisis de fugas. Los tipos de análisis de fugas se describen en los Apéndices G-11 (Gas Natural) y G-11 A (Gas de Petróleo).

### **2.2 Modificaciones en el sistema**

Las reparaciones, reemplazos o demás modificaciones necesarias para la segura operación del sistema al que se incrementará la presión y del existente deberían incluir lo siguiente:

- a) Instalación de anclajes o refuerzo de juntas según lo requerido en la Sección 557 b) 4).
- b) Garantía de renovación de líneas de servicio de gas.
- c) Instalación de válvulas de bloqueo del servicio donde se requiera y de acuerdo con las Secciones 363 y 365.
- d) Instalación de reguladores de servicio donde se requiera y de acuerdo con las Secciones 197, 353, 355 y 357.
- e) Consideración de la adecuación de los reguladores de servicio existentes y sus características, con el dimensionamiento de los orificios actuales a los niveles de presión propuestos.

### **2.3 Control**

Se deberá realizar el control de las presiones de campo antes y durante el incremento de presión, para garantizar la integridad tanto del sistema al que se le aumentará la presión, como a los sistemas adyacentes que podrían verse afectados por dicho incremento.

### **2.4 Interfaces**

Se habrá de realizar el trabajo de campo necesario para controlar y evitar la sobrepresurización de los tramos del sistema a los que no se aumentará la presión. Los procedimientos de control pueden abarcar la separación física de tramos, la instalación de equipo de regulación adecuadamente operado y programado para realizar el control a la presión correcta, u otro medio eficaz de separación.

## **2.5 Notificación a los usuarios**

Se deberán notificar a los usuarios las interrupciones planeadas al servicio de gas.

## **3. INCREMENTO DE PRESION**

### **3.1 Comunicaciones**

Se deberán establecer líneas de comunicación entre todos los puntos de control.

### **3.2 Aislación**

Se deberá aislar el sistema de todos los sistemas de baja presión.

### **3.3 Regulación de presión**

La válvula a cada regulador de servicio debería cerrarse o bien se controlará la operación de cada regulador de servicio a medida que se incrementa la presión en la línea principal.

### **3.4 Incrementos de presión**

Considerar la Sección 557 c) que estipula:

"Después de cumplir con el inciso b) de esta Sección, el aumento de la máxima presión de operación admisible se realizará en incrementos iguales a 0,7 bar o bien al 25 % del incremento total de presión, lo que produzca la menor cantidad de incrementos. Cuando se apliquen los requisitos de b) 6) del presente, deberá haber por lo menos dos aumentos aproximadamente iguales."

### **3.5 Verificación de fugas**

Considerar la Sección 553 a) 1) que estipula:

"Al final de cada incremento parcial, se mantendrá la presión constante mientras se controla todo el tramo de cañería afectada en busca de fugas."

### **3.6 Reparación de fugas**

Considerar la Sección 553 a) 2) que estipula:

"Se deberá reparar cada fuga detectada antes de realizar otro incremento de presión, con la salvedad de que no será necesario reparar una pérdida no considerada potencialmente peligrosa siempre que se la controle durante el aumento de presión y no se transforme en potencialmente peligrosa."

### **3.7 Control**

Se deberá controlar la presión en instalaciones adyacentes durante el procedimiento de aumento de presión para establecer:

- a) que ninguna conexión actúe como fuente de gas no regulado desde el tramo de alta presión al de baja presión; y
- b) la adecuación del sistema de baja presión restante en puntos de separación y demás ubicaciones.

### **3.8 Análisis final de fugas**

Después de completado el aumento de presión, se deberá realizar un análisis final de fugas para confirmar la integridad de las instalaciones. Se deberán efectuar las reparaciones necesarias.

## **4. REGISTROS**

Los registros de las investigaciones, la tarea y la prueba se enviarán al departamento adecuado donde serán conservados durante la vida de la instalación.

## **PARTE L - OPERACIONES**

### **SECCION 601 - ALCANCE**

Esta subparte prescribe requerimientos mínimos para la operación de instalaciones de cañerías.

#### **MATERIAL DE GUIA**

No se requiere Material de Guía.

### **SECCION 603 - PREVISIONES GENERALES**

- a) No podrá operarse un tramo de cañería a menos que lo sea de acuerdo con esta parte.
- b) Todo operador deberá establecer por escrito un plan de operación y mantenimiento de acuerdo a los requerimientos de esta norma y llevar los registros necesarios para controlar su cumplimiento.
- c) El Ente Gubernamental que controla los planes y procedimientos del Operador, puede, después de informarse y oportunamente recibir las aclaraciones correspondientes, requerir que el operador enmiende sus planes y procedimientos como sea necesario para obtener un razonable nivel de seguridad.

#### **MATERIAL DE GUIA**

Ver material de la Sección 605.

### **SECCION 605 - LO ESENCIAL EN PLANES DE OPERACION Y MANTENIMIENTO**

Todo operador deberá incluir en su plan de operación y mantenimiento lo siguiente:

- a) Instrucciones para el personal cubriendo procedimientos de operación y mantenimiento durante la operación normal y de reparaciones.
- b) Los items requeridos a ser incluidos por las disposiciones de la parte "M" de esta Norma.
- c) Programas específicos relativos a las instalaciones que presenten el mayor riesgo para la seguridad pública, ya sea en caso de una emergencia, o a raíz de construcciones extraordinarias, o bien por requerimientos de mantenimiento.
- d) Un programa para procedimientos de conversión, si se contempla la conversión de un sistema de distribución de baja presión a uno de alta.
- e) Realización de inspecciones periódicas para asegurarse que la presión de operación es adecuada a la clase de trazado.
- f) Instrucciones habilitando al personal que ejecuta las actividades de operación y mantenimiento para reconocer condiciones que potencialmente pueden ser relativamente seguras, que están sujetas a requerimiento de informes.

## MATERIAL DE GUIA

### 1 GENERALIDADES

El plan de operación y mantenimiento del operador debería incluir una declaración escrita, procedimiento u otro documento destinado a cada inciso específico de las Partes L y M aplicables al operador. Otras Partes (E, F, I, J y K) pueden también requerir planes escritos.

Los planes operativos y de mantenimiento deben ser amplios y detallados, y necesariamente variarán en longitud y complejidad de acuerdo con cada compañía, su tamaño, ubicación, políticas y tipos de equipo en uso.

### 2. CAPACITACION

Cada operador debería establecer un programa de capacitación que brinde al personal operativo y de mantenimiento un entendimiento básico de cada elemento del plan y las habilidades necesarias para llevarlo a cabo a fin de cumplir con la tarea asignada. El programa debería incluir políticas pertinentes, procedimientos, métodos de trabajo, materiales, herramientas y equipos involucrados. Podrán usarse métodos de capacitación en el aula o en obra. También se habrán de considerar en el desarrollo de programas de capacitación, las publicaciones y elementos del área de capacitación provistos por asociaciones de la industria del gas y otras fuentes. La eficacia de los mismos se verificará y evaluará de manera continua utilizando métodos que podrán incluir ensayos escritos, tesis orales, auditorías de campo, análisis de rendimiento, ejercicios de simulación, críticas de seguimiento u otros medios. Se proporcionará capacitación adicional en caso de ser necesario. El entrenamiento del personal debería quedar documentado.

### 3. OTRAS CONSIDERACIONES

#### 3.1 Cierre

Para un cierre planeado de una línea de transporte o distribución, ver Apéndice G-12 del Material Guía.

#### 3.2 Identificación de válvulas en campo

Se deberá establecer un criterio de identificación de válvulas.

- a) Cada operador deberá contar con registros suficientemente exactos (incluyendo mediciones de ubicación en campo) para localizar rápidamente válvulas y coberturas de válvulas.
- b) Cuando las válvulas se ubican en un grupo o cerca de válvulas de terceros, además de los registros y mediciones de localización en campo, se recomienda lo siguiente:
  - 1) Para aplicaciones en superficie y en cámaras, se debería colocar en la válvula una etiqueta, sello u otro dispositivo fácilmente observable y durable que contenga el código de identificación de la válvula.
  - 2) Para válvulas subterráneas u operadas a distancia, se colocará una etiqueta, sello u otro dispositivo fácilmente observable y durable que contenga un código de identificación de válvula, en la pared interna de la caja de válvulas. La colocación se hará de manera de no interferir con la operación de la válvula, y de que no sea deteriorada ni desprendida por las operaciones normales.
  - 3) Se deberá desarrollar un sistema de identificación de válvulas de modo que cada válvula tenga un grupo único de números y/o letras codificado de acuerdo a los sistemas de registros o cartográficos.

#### **SECCION 607 - DETERMINACION INICIAL DE CLASE DE TRAZADO Y CONFIRMACION O MODIFICACION DE LA PRESION MAXIMA ADMISIBLE DE OPERACION**

- a) Conforme su plan de mantenimiento y operación, todo operador deberá completar un estudio de cada tramo de cañería que trabaje con una presión máxima admisible de operación que produzca una tensión circunferencial mayor del 40 % de la TFME. Ese estudio determinará:
- 1) a clase de trazado actual en que se encuentran esos tramos de cañería.
  - 2) Si la tensión circunferencial que se origina a la presión máxima admisible de operación para cada tramo, es adecuada a la clase de trazado actual.
- b) Todo tramo de cañería que de acuerdo al párrafo a) de esta Sección, actúe con una presión máxima admisible de operación que produzca una tensión circunferencial no concordante con la clase de trazado que le corresponde y que se encuentre en condiciones satisfactorias, deberá confirmar o modificar, de acuerdo con la Sección 611, su presión máxima admisible de operación.

La confirmación o modificación deberá realizarse en el plazo establecido.

- c) Todo operador que debe confirmar o cambiar una presión de operación máxima admisible establecida, conforme al párrafo b) de esta Sección, deberá, dentro del plazo establecido, preparar un plan completo, incluyendo una lista de previsiones para llevar a cabo su confirmación o su modificación.

El plan completo deberá también prever las confirmaciones o modificaciones que sean necesarias para cumplir con la Sección 609, al punto que ellas sean causadas por cambios en la clase de trazado.

#### **MATERIAL DE GUIA**

No es necesario.

#### **SECCION 609 - CAMBIOS EN LA CLASE DE TRAZADO. ESTUDIOS REQUERIDOS**

Cuando un aumento de densidad de población señale un cambio en la clase de trazado para un tramo de cañería de acero existente que esté operando a una tensión circunferencial mayor del 40 % de la TFME, o señale que la tensión circunferencial correspondiente a la presión máxima admisible de operación no es compatible con la clase de trazado presente, el operador deberá hacer inmediatamente un estudio para determinar:

- a) La nueva clase de trazado que corresponde al tramo involucrado en la actualidad.
- b) El diseño, la construcción y el procedimiento de prueba seguidos en la construcción original y la comparación de estos procedimientos con los requeridos por las previsiones aplicables de esta norma para la nueva clase de trazado.
- c) Las condiciones físicas del tramo, en la medida en que pueda ser determinado por medio de registros disponibles.
- d) El historial de operación y mantenimiento del tramo.
- e) La presión máxima actual de operación y su correspondiente tensión circunferencial de operación, tomando en cuenta el gradiente de presión para el tramo de cañería involucrada.
- f) El área actual afectada por el aumento de densidad de la población y las barreras físicas u otros factores que podrían limitar expansiones futuras del área por mayor densidad de población.

#### **MATERIAL DE GUIA**

No es necesario.

## **SECCION 611 - CAMBIOS EN LA CLASE DE TRAZADO. CONFIRMACION O MODIFICACION DE LA PRESION MAXIMA ADMISIBLE DE OPERACION**

- a) Si la tensión circunferencial correspondiente a la presión máxima admisible de operación establecida en un tramo de cañería, no es compatible con la actual clase de trazado y el tramo está en condiciones físicas satisfactorias, la presión máxima admisible de operación de ese tramo de cañería deberá ser confirmada o revisada como sigue:
- 1) Si el tramo involucrado ha sido previamente probado en el lugar por un período no menor que 8 horas, la presión máxima admisible de operación es 0,8 veces la presión de prueba en trazados clase 2; 0,667 veces la presión de prueba en trazados clase 3; ó 0,555 veces la presión de prueba en trazados clase 4. La correspondiente tensión circunferencial no debe exceder el 72 % de la TFME en trazados clase 2, el 60% en trazados clase 3, ó 50 % en trazados clase 4.
  - 2) La presión máxima admisible de operación del tramo involucrado debe ser reducida de manera que la correspondiente tensión circunferencial no sea mayor que la admisible por esta norma para tramos nuevos de cañerías en la existente clase de trazado.
  - 3) El tramo involucrado debe ser probado de acuerdo con los requerimientos aplicables de la Parte J de esta norma, y su presión máxima admisible de operación debe por lo tanto ser establecida de acuerdo con los siguientes criterios:
    - i) La máxima presión admisible de operación después de la prueba de recalificación es 0,8 veces la presión de prueba para trazados clase 2, 0,667 veces la presión de prueba para trazados clase 3 y 0,555 veces la presión de prueba para trazados clase 4.
    - ii) La máxima presión admisible de operación confirmada o modificada de acuerdo con esta Sección, no puede exceder la presión máxima admisible de operación establecida antes de la confirmación o revisión.
    - iii) La correspondiente tensión circunferencial no puede exceder el 72 % de la TFME de la cañería en trazados clase 2; 60 % de la TFME en trazados clase 3, ó 50 % de la TFME en trazados clase 4.
- b) La confirmación o revisión de la máxima presión admisible de operación de un tramo de cañería de acuerdo con esta sección, no excluye la aplicación de las secciones 553 y 555.
- c) La confirmación o revisión de la máxima presión admisible de operación que se requiera como resultado de un estudio realizado de acuerdo con la Sección 609, debe ser completada dentro de los 18 meses del cambio en la clase de trazado.

La reducción de la presión de acuerdo a a) 1) ó 2) de esta Sección dentro del período de 18 meses no excluye el establecimiento de una presión máxima admisible de operación de acuerdo a) 3) de esta Sección, como fecha más lejana.

### **MATERIAL DE GUIA**

No existe Material de Guía.

## **SECCION 613 - VIGILANCIA CONTINUA**

- a) Todo operador deberá establecer un procedimiento para la continua vigilancia de sus instalaciones, a fin de determinar y tomar acción inmediata en lo concerniente a cambios de clase de trazado, averías, pérdidas registradas, corrosión, cambios sustanciales en requerimientos de protección

catódica, y otras condiciones inusuales de operación y mantenimiento.

- b) Si se encuentra que un tramo de cañería no se halla en condiciones satisfactorias, pero no existe peligro inmediato, el operador deberá iniciar un programa para su reacondicionamiento o retiro de servicio, o si el tramo no puede ser reacondicionado o sacado de servicio, se deberá reducir la presión máxima admisible de operación de acuerdo con la Sección 619 a) y b).

## **MATERIAL DE GUIA**

### **1 GENERALIDADES**

Se llevará a cabo una vigilancia continua a fin de identificar cualquier instalación que experimente condiciones operativas o de mantenimiento anormales o inusuales. La vigilancia se realizará mediante:

- a) Inspección visual periódica de instalaciones, del tipo siguiente:
  - 1) Modificaciones en las densidades de población.
  - 2) Efecto de la exposición o movimiento de las instalaciones de cañería.
  - 3) Cambios en la topografía que pudieran afectar a las instalaciones de cañería.
  - 4) Posible manipulación peligrosa, vandalismo o daños, o evidencias de tales situaciones.
  - 5) Efectos de intrusiones sobre instalaciones de cañerías.
  - 6) Posible migración de gas a edificios desde cámaras y fosas a través de entradas de aire.
- b) Revisión y análisis periódicos de registros, del siguiente tipo:
  - 1) Seguimientos.
  - 2) Inspecciones de fugas.
  - 3) Inspecciones de válvulas.
  - 4) Inspecciones de cámaras.
  - 5) Inspecciones de equipos de regulación, alivio y limitación de presión.
  - 6) Inspecciones de control de corrosión.
  - 7) Investigaciones de fallas de instalaciones.

### **2. CAÑERIAS DE FUNDICION DE HIERRO**

Para cañerías de fundición de hierro ver Apéndice G-18 del Material de Guía, "Caño de fundición de hierro".

### **SECCION 614 - PROGRAMA PARA PREVENCION DE DAÑOS**

- a) Excepto para las cañerías listadas en el párrafo c) de esta Sección, todo operador de cañería enterrada realizará de acuerdo con esta Sección un programa escrito, para prevenir daños a esa cañería provenientes de actividades de excavación. Para los propósitos de esta Sección, "actividades de excavación" incluye excavación, voladura, perforado, construcción de túneles, relleno, remoción de estructuras sobre el terreno por medios explosivos o medios mecánicos, y otras operaciones de movimiento de tierra.

Un operador puede cumplir cualquiera de las exigencias requeridas por el párrafo b) de esta Sección, a través de la participación dentro de un programa de servicio público, tal como el sistema de denuncias, pero tal participación no exime al operador de la responsabilidad por el cumplimiento con esta Sección.

- b) El programa de prevención de daños requerido por el párrafo a) de esta Sección debe, como mínimo:
- 1) Incluir la identificación, sobre una base general, de las personas que normalmente están comprometidas en actividades de excavación dentro del área en la cual la cañería está ubicada.
  - 2) Proveer lo necesario para notificación del público dentro de la vecindad de la cañería y notificación real de las personas identificadas en el párrafo b) 1), de lo siguiente, y tan a menudo como sea necesario, para hacer que ellos estén actualizados del programa de prevención de daños:
    - i) existencia del programa y su propósito, y
    - ii) cómo aprender a ubicar cañerías enterradas antes de que comiencen las actividades de excavación.
  - 3) Suministrar medios de recepción y registro de las notificaciones de actividades de excavación planeadas.
  - 4) Si el operador tiene cañerías enterradas dentro del área de actividad de excavación, suministrar para notificación real de las personas involucradas que informaron su intención de realizar excavaciones, la clase de señales temporarias a ser colocadas y cómo identificarlas.
  - 5) Antes de que la actividad comience, tan pronto como corresponda, instalar señales temporarias de las cañerías enterradas dentro del área de excavación.
  - 6) Proveer, como se indica seguidamente, inspección para las cañerías que el operador tiene razonable creencia podrían ser dañadas por las actividades de excavación:
    - i) la inspección debe ser hecha tan frecuentemente como sea necesario durante y después de las actividades, para verificar la integridad de la cañería; y
    - ii) en el caso de voladura, cualquier inspección debe incluir investigaciones de pérdidas.
- c) No se requiere un programa de prevención de daños de acuerdo con esta Sección para las siguientes cañerías:
- 1) Cañerías dentro de clases de trazado 1 ó 2.
  - 2) Cañerías dentro de clase de trazado 3, definidas por la Sección 5 d) 2) que están señalizadas de acuerdo con la Sección 707.
  - 3) Cañerías en las cuales el acceso está físicamente controlado por el operador.
  - 4) Cañerías que son parte de un sistema de Gas de Petróleo sujeto a la Sección 11, o parte de un sistema de distribución operado por una persona asociada con la arrendataria de la propiedad verdadera o por un condominio o una asociación cooperativa.

## **MATERIAL DE GUIA**

### **1. ALCANCE**

Considerar el punto c) de la Sección 614. que enumera cañerías excluidas de los requisitos relacionados con

programas de prevención de daños.

## **2. PROGRAMA ESCRITO**

Los procedimientos escritos deberían establecer los propósitos y objetivos del programa de prevención de daños, determinando los métodos y procedimientos para lograrlos. Se deberán revisar los requisitos estatales y locales aplicables. Los procedimientos deberían incluir también lo siguiente:

### **2.1 Definición de actividades de excavación**

Al definir las actividades de excavación cubiertas por el programa de prevención de daños, el operador debería analizar la definición del punto a) de la Sección 614 y los requisitos locales y estatales aplicables.

### **2.2 Sistemas de llamada o denuncia**

El operador considerará la participación en un sistema existente de "una llamada" o establecerá un sistema nuevo de este tipo. Se deberán revisar los requisitos estatales y locales aplicables. Se previene al operador que un sistema de "una llamada" no puede satisfacer todos los requisitos de la Sección 614.

### **2.3 Identificación de entidades que deberán ser informadas del programa**

#### **a) Excavadoras.**

Las fuentes que se enumeran a continuación pueden resultar útiles al preparar la lista de entidades dedicadas a actividades de construcción. El procedimiento debería contemplar una revisión periódica de la lista para asegurar su actualidad.

- 1) Centro de "una llamada".
- 2) Agencias concesionarios de contratistas.
- 3) Asociaciones de contratistas.
- 4) Empresas locales de servicio público.
- 5) Compañías de transporte por cañerías.
- 6) Transportadores de seguros.
- 7) Oficinas estatales, locales y municipales de mantenimiento vial.
- 8) Registros de compañías.
- 9) Granjeros y terratenientes adyacentes.
- 10) Agencias de permisos estatales, locales y municipales.
- 11) Listado de la guía de páginas amarillas. como sigue:
  - i) Contratistas de excavación y movimiento de tierras.
  - ii) Contratistas de construcción.
  - iii) Contratistas de voladuras.
  - iv) Contratistas de perforación de pozos y túneles.
  - v) Contratistas paisajistas.
  - vi) Contratistas de nivelación de tierras y subsuelos.

- vii) Compañías de dragado.
- viii) Plomeros.
- ix) Armadores de cercos.
- x) Contratistas de líneas de energía.

b) El público.

Se deberá identificar el público en la cercanía del gasoducto.

#### **2.4 Métodos para informar a las entidades acerca del programa**

Los métodos para informar a las entidades deberían incluir uno o más de los siguientes:

a) Excavadores.

- 1) Correspondencia dirigida al excavador, etc.
- 2) Teléfono.
- 3) Telegrama.
- 4) Visita personal.

Se deberá considerar documentar estas acciones. Se establecerán procedimientos para la renotificación periódica de los excavadores en base a lo establecido en el programa.

b) El público.

- 1) Correspondencia.
- 2) Facturas.
- 3) Volantes.
- 4) Avisos de radio, televisión, revistas y diarios.
- 5) Locutores conocidos de grupos locales.
- 6) Empleo de autoridades que otorgan permisos y funcionarios públicos para distribuir información.
- 7) Listado conjunto de direcciones con otras compañías de servicio público.
- 8) Avisos comerciales en vehículos.
- 9) Adhesivos en paragolpes.
- 10) Avisos en guías telefónicas.
- 11) Programas de educación pública relacionados con el punto d) de la Sección 615.
- 12) Programas escolares.

#### **2.5 Información a comunicar**

Se deberá informar a las entidades que se dediquen a actividades de excavación el propósito del programa y cómo detectar la ubicación de gasoductos subterráneos antes de iniciar las actividades de excavación.

## **2.6 Recepción de la notificación de excavación.**

El operador debería establecer un número telefónico y una dirección postal para la recepción de las notificaciones de actividades planeadas de excavación. Se deberá contemplar el registro de todas las notificaciones recibidas (tales como libro de registro, formulario o memorando) así como la conservación de las mismas.

La notificación debería incluir:

- a) Nombre del notificador.
- b) Nombre de la entidad que realizará las actividades de excavación.
- c) Número telefónico para comunicarse con la entidad.
- d) Ubicación de las actividades de excavación planeadas.
- e) Fecha y hora de comienzo de las actividades de excavación.
- f) Tipo y alcance de las actividades de excavación.

## **2.7 Respuesta a la notificación de excavación**

- a) Preparación.

El operador deberá elaborar procedimientos para responder a las notificaciones de intento de excavación. Se deberá considerar lo siguiente:

- 1) La información sobre la ubicación de las instalaciones se obtendrá de los planos, registros o investigaciones de campo.
- 2) Se elaborarán pautas para el marcado de instalaciones, de manera compatible con las condiciones de campo (incluyendo items tales como uso de pintura en áreas pavimentadas y estacas, señales o banderas en áreas no pavimentadas).
- 3) Deberá haber personal capacitado para marcar las instalaciones según las necesidades.

- b) Respuesta.

Cuando las instalaciones se encuentren en la zona de excavación, el operador responderá a la notificación antes del comienzo planeado de la actividad. El operador deberá documentar las respuestas, las que incluirán:

- 1) La entidad deberá ser notificada acerca de cómo y cuándo se marcarán las instalaciones.
- 2) Si hubiera posibilidad de malos entendidos con respecto a la ubicación de las instalaciones o al procedimiento de marcado, se deberá sugerir una reunión en obra.
- 3) El operador deberá señalar que el marcado representa sólo la posición horizontal aproximada de las instalaciones y que las mismas deberán ser detectadas mediante excavación manual para verificar su ubicación.
- 4) Todo plano, dibujo, o registro proporcionado a un excavador para ayudarlo a detectar las instalaciones subterráneas se revisará para verificar su exactitud. A menos que se constate en obra, se sugiere incluir una nota que diga: "Sin responsabilidad por su exactitud; verificar mediante excavación manual".
- 5) Cuando el tiempo lo permita, se podrá celebrar una reunión previa a la excavación con el excavador para discutir todos los aspectos de las actividades planeadas y cronogramas de marcado, así como para establecer las líneas de comunicación.

- 6) El operador deberá asesorar al excavador acerca de su responsabilidad para proporcionar apoyo y protección a las cañerías expuestas y la necesidad de realizar un relleno adecuado para impedir el hundimiento.

## **2.8 Inspección de gasoductos**

### **a) Necesidad y programación.**

Se evaluará cada notificación para determinar la necesidad y alcance de la inspección. Cuando se requiera, la inspección podrá incluir la vigilancia periódica o permanente, pudiendo incluir análisis de fugas. El operador deberá considerar mantener el contacto con el excavador durante las actividades para evitar potenciales problemas y resolver rápidamente cualquier cuestión que pudiera surgir. Se habrán de considerar los siguientes factores para determinar la necesidad y alcance de las inspecciones.

- 1) Tipo y duración de las excavaciones.
- 2) Proximidad a las instalaciones del operador.
- 3) Tipo de equipo de excavación afectado.
- 4) Importancia de las instalaciones del operador.
- 5) Tipo de zona donde se realiza la excavación.
- 6) Posibilidad de que se produzca un serio incidente en caso de daño.
- 7) Experiencia anterior del excavador.
- 8) Posibilidad de que se produzca un daño que no pudiera ser fácilmente reconocido por el excavador, como por ejemplo, apoyo incorrecto durante la excavación y el relleno.

### **b) Asentamiento.**

El operador deberá prestar atención, durante y después de las actividades de excavación, a la posibilidad de que se produzcan fugas y roturas en uniones debido al asentamiento durante la excavación, en especial en uniones de compresión mecánica y de acero roscadas.

### **c) Cañerías de fundición de hierro.**

Ver Apéndice G-18 del Material de Guía, "Caño de Fundición de Hierro".

### **d) Cañerías de acero y plástico.**

El operador habrá de inspeccionar las líneas plásticas en busca de estrías o rajaduras y las de acero en busca de daños al revestimiento y rajaduras, antes de rellenar el gasoducto expuesto.

### **e) Voladura.**

Se deberán realizar análisis de fugas en gasoductos que pudieran haberse visto afectados por voladuras. Pautas adicionales relativas a estas actividades, en Apéndice G-16 del Material de Guía.

## **SECCION 615 - PLANES DE EMERGENCIA**

- a) Todo operador deberá establecer procedimientos escritos para reducir al mínimo los peligros resultantes de una emergencia en gasoductos. Como mínimo, los procedimientos deberán prever lo siguiente:

- 1) Recepción, identificación y clasificación de informes de sucesos que requieran respuesta inmediata del operador.
  - 2) Establecimiento y mantenimiento de medios adecuados de comunicación con bomberos, policías y otros funcionarios públicos.
  - 3) Respuesta rápida y efectiva ante un aviso de cada tipo de emergencia, incluyendo lo siguiente:
    - i) gas detectado dentro o cerca de un edificio;
    - ii) fuego ubicado cerca de una instalación de gasoducto o que directamente la comprenda;
    - iii) explosión que ocurra cerca de una instalación de gasoducto o que directamente la comprenda;
    - iv) desastre natural.
  - 4) Disponibilidad de personal, equipos, herramientas y materiales necesarios donde se produzca una emergencia.
  - 5) Acciones dirigidas para la protección primero de las personas y luego de la propiedad.
  - 6) Corte de emergencia y reducción de presión en cada tramo del sistema de gasoductos del operador para reducir al mínimo los peligros para la vida o la propiedad.
  - 7) Neutralización de cualquier peligro para la vida o propiedad, real o potencial.
  - 8) Notificación a los funcionarios públicos correspondientes, bomberos, policía, y otros, de emergencias en gasoductos, y coordinación con ellos de las respuestas programadas y las del momento, durante una emergencia.
  - 9) Restablecimiento seguro de cualquier paralización del servicio.
  - 10) Comienzo de la acción de acuerdo con la Sección 617 si fuera aplicable, tan pronto como fuera posible una vez terminada la emergencia.
- b) Cada operador deberá:
- 1) Proporcionar a sus supervisores que sean responsables ante acciones de emergencia, una copia de la parte de la última edición de los procedimientos de emergencia establecidos en el párrafo a) de esta Sección, que resulte necesaria de acuerdo con esos procedimientos.
  - 2) Entrenar al personal de operación correspondiente para asegurar que esté bien informado de los procedimientos de emergencia, y verificar que la capacitación sea efectiva.
  - 3) Rever las actividades del personal para determinar si los procedimientos fueron efectivamente seguidos en cada emergencia.
- c) Cada operador establecerá y mantendrá contacto con los funcionarios públicos correspondientes (bomberos, policía y otros) para:
- 1) Estudiar la posibilidad y recursos de cada organización gubernamental que pueda responder a una emergencia en gasoductos.
  - 2) Informar a los funcionarios sobre la capacidad del operador para responder a una emergencia en gasoductos.
  - 3) Identificar qué tipos de emergencia en gasoductos notificará el responsable a los funcionarios.

- 4) Programar cómo el operador y los funcionarios pueden coordinar una mutua asistencia para disminuir al mínimo los peligros para la vida o propiedad.
- d) Cada operador deberá establecer un programa continuado de instrucción para permitir a los usuarios, el público, las organizaciones gubernamentales correspondientes y personas ocupadas en actividades relativas a la excavación, reconocer una emergencia en gasoducto con el fin de informarlo al responsable o a los funcionarios públicos correspondientes. El programa y los medios usados deberán ser tan amplios como fueran necesarios para llegar a todas las zonas a las cuales el operador transporte gas.

## **MATERIAL DE GUIA**

### **1. PROCEDIMIENTOS ESCRITOS DE EMERGENCIA (SECCION 61 5 a )**

Los procedimientos escritos deben establecer el propósito y objetivos del plan de emergencia, brindando las bases de instrucción al personal apropiado. El objetivo del plan deberá ser el de asegurar que el personal que pudiera verse involucrado en una emergencia, esté preparado para reconocer y manejar situaciones de manera expeditiva y segura. A fin de garantizar la seguridad del público en general se considerará lo siguiente (según corresponda):

#### **1.1 Recepción, identificación y clasificación de emergencias.**

- a) Se adoptarán las medidas necesarias para asegurar el manejo rápido y adecuado de todas las llamadas relativas a emergencias (ver punto 3 de la parte a) de la Sección 615), provenientes tanto de los usuarios como del público, empleados de la compañía u otras fuentes. Se incluirá lo siguiente:
  - 1) Medidas para recibir notificaciones de emergencias a cualquier hora del día.
  - 2) Directivas a empleados que reciben llamadas, incluyendo lo siguiente:
    - i) la información a obtener de quien llame.
    - ii) la designación del personal de la compañía (de acuerdo con el tipo de emergencia) a quien debe dirigirse la información.
- b) Las instrucciones deberán asegurar que la información recibida se evalúe a efectos de determinar la prioridad de acción. Algunas situaciones pueden exigir el envío de personal para realizar investigaciones en el lugar de la escena. Otras más significativas pueden requerir priorizar la notificación al personal de bomberos o control de gas, o alguna otra medida.

#### **1.2 Establecimiento y conservación de medios adecuados de comunicación**

Se deberán describir las medidas adoptadas para establecer y mantener adecuadas comunicaciones públicas y entre compañías, las que deberán incluir los medios de comunicación con bomberos, policía y funcionarios oficiales, considerando la necesidad de incluir lo siguiente:

- a) Listas de llamadas de emergencia pública y de las compañías, permanentemente actualizadas, que indiquen cómo comunicarse con el personal que deba responder a una emergencia a cualquier hora.
- b) Múltiples líneas telefónicas directas al centro de operaciones de emergencia.
- c) instalaciones y operadores de conmutador adicionales.
- d) Servicio telefónico que no figura en guía para asegurar el acceso exclusivo a las llamadas propias de la compañía.
- e) Equipo de radio fijo y móvil adicional.
- f) Equipo de generación eléctrica de reserva para suministro de energía para comunicaciones.

- g) Distribución de información precisa a los medios noticiosos y cooperación con los mismos en la escena.

### **1.3 Confirmación de la disponibilidad de personal, equipo, herramientas y materiales**

Deberán describirse las medidas adoptadas para asegurar la disponibilidad de personal, equipo, herramientas y materiales que puedan necesitarse (de acuerdo con el tipo de emergencia). Se incluirá la asignación de responsabilidades para coordinar, dirigir y llevar a cabo las funciones de emergencia, incluyendo lo siguiente:

- a) Responsabilidad de la coordinación general (en la sede local o a nivel ejecutivo operativo, según el grado de la emergencia).
- b) Responsabilidad por la ejecución de operaciones de emergencia (en base al grado de emergencia).
- c) Determinación de las funciones o servicios de cada departamento durante una emergencia, incluyendo las asignaciones individuales de tareas necesarias para implementar el plan.
- d) Determinación de la coordinación necesaria entre departamentos incluyendo la no observancia de las jerarquías habituales en caso de emergencia.
- e) Determinación de la coordinación necesaria para poner en práctica acuerdos de asistencia mutua.
- f) Responsabilidad para brindar información adecuada y cooperar con los medios noticiosos.

### **1.4 Control de situaciones de emergencia**

Se describirán las acciones que el empleado primero en llegar al lugar del hecho, deberá adoptar para proteger a las personas y a la propiedad. Podrán incluir lo siguiente:

- a) Determinación del alcance de la emergencia.
- b) Evacuación de los inmuebles que han sido o pueden ser afectados.
- c) Prevención de encendidos accidentales.
- d) Informe de la situación al supervisor apropiado, y solicitud de instrucciones o asistencia si fuera necesario.

### **1.5 Cierre de emergencia y reducción de presión**

- a) Se describirán las medidas adoptadas para el cierre de emergencia y reducción de la presión en el sistema de gasoductos, necesarias para minimizar los riesgos. Los planes deberán incluir lo siguiente:
  - 1) Circunstancias en las que corresponde aplicar el cierre o la reducción de presión.
  - 2) Listas o planos de ubicaciones de válvulas, reguladores, esquemas de compresores y ubicación de purgas.
  - 3) Planos u otros registros para identificar tramos del sistema que se verían afectados por la operación de cada válvula u otros dispositivos de cierre permanente.
  - 4) Disposiciones para la identificación positiva de válvulas críticas y demás instalaciones permanentes necesarias para el cierre. (ver punto 3.2 del Material de Guía de la Sección 605).
  - 5) Instrucciones para la operación de los sistemas de aislamiento y purgado de planta para cada estación compresora (ver Apéndice G-12 del Material de Guía).
  - 6) Disposiciones para notificación a usuarios afectados.
- b) Los planes para el sistema de distribución deberían incluir la consideración de riesgos potenciales

asociados con la salida de operación y la necesidad de reducir la amplitud de la misma, acelerando la reanudación del servicio. Además del uso de todas las válvulas de emergencia existentes dentro de un sistema de distribución, se habrán de considerar asimismo otros métodos para detener la circulación de gas (como inyección de materiales viscosos o espuma de poliuretano a través de acometidas o cualquier otra conexión disponible a la línea principal o a través del uso de técnicas de prensado o embolsado).

### **1.6 Neutralización de cualquier peligro real o potencial**

Se describirán las medidas para detectar y brindar seguridad contra cualquier peligro real o potencial. Pueden incluirse las siguientes:

- a) Control del tránsito peatonal y vehicular en la zona.
- b) Control del flujo del gas que se fuga y su migración.
- c) Ventilación de inmuebles afectados.
- d) Determinación de toda la extensión de la zona peligrosa, incluyendo descubrimiento de migración de gas y daños secundarios.
- e) Verificación de un cambio en la extensión de la zona afectada.
- f) Coordinación de las medidas a adoptar con funcionarios públicos, policía y bomberos.

### **1.7 Reanudación del servicio**

En la planificación para el restablecimiento seguro del servicio a todas las instalaciones afectadas por la emergencia, luego de que hayan sido tomadas las medidas correctivas apropiadas, se deberá incluir la consideración de los puntos que se mencionan a continuación:

- a) Las provisiones para la reanudación segura del servicio deberán contemplar lo siguiente:
  - 1) Cierre y reapertura del servicio a los clientes, incluyendo un estricto control de las órdenes de cierre y apertura a fin de garantizar la seguridad de la operación.
  - 2) Purgado y represurización de las instalaciones de cañerías.
  - 3) Nueva revisión del área afectada por un problema de escape a fin de detectar la existencia de otras posibles pérdidas.
- b) La ejecución de las tareas de reparación y de restablecimiento del servicio necesitará ser planificada con anterioridad, tal como sigue:
  - 1) Distribución en secciones a fin de reducir el alcance de los cortes y para agilizar las reconexiones del servicio después de un corte de mayor envergadura.
  - 2) Listas y planos con la ubicación de las válvulas y reguladores y de los puntos desde los cuales se pueden realizar los venteos y las purgas.
  - 3) Marcación física de las instalaciones de válvulas y reguladores para bgrar una identificación positiva. (Ver punto 2.3 del Material de Guía de la Sección 605).
  - 4) Listas de control de equipo para cuadrillas de emergencia.
  - 5) Instrucciones para la operación de los sistemas de purga y aislación para cada estación compresora. (Ver Apéndice G-12).
  - 6) Conexiones a efectuar para el abastecimiento de emergencia con otras compañías de gas y procedimientos para hacer uso de tales conexiones.

- 7) Listas de contratistas, otras empresas de servicio público y municipios que hayan convenido en facilitar equipos y/o personal para colaborar en las reparaciones y/o en el restablecimiento del servicio. Descripción de procedimientos para asegurar el suministros de la mano de obra y de los equipos, ya sean propios o de otras compañías de gas.
- 8) Uso preacordado de instalaciones de propiedad ajena para ser afectadas a los trabajos programados por la dirección central para la realización de una reparación y/o restablecimiento del servicio. Acuerdo para todas las funciones de apoyo necesarias para el eficiente funcionamiento de la dirección central.
- 9) Colaboración con las organizaciones civiles correspondientes a fin de brindar casa y comida al personal que necesite alojamiento durante una emergencia bajo condiciones climáticas adversas.
- 10) Medidas para mantener el servicio hasta donde sea posible a los clientes críticos, tales como hospitales, etc., durante reducciones o cortes generales del servicio. Prioridad similar para actividades de corte.

### **1.8 Investigación de fallas**

Las instrucciones para iniciar las investigaciones de fallas de acuerdo con la Sección 617, deberían incluir lo siguiente, en la medida que corresponda:

- a) Redacción de un diario de los acontecimientos y acciones significativas emprendidas.
- b) Conservación de instalaciones o equipos averiados para realizar los análisis apropiados.
- c) Obtención y presentación de información requerida por los organismos regulatorios jurisdiccionales.

## **2. FAMILIARIZACION DEL PERSONAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO CON LOS PROCEDIMIENTOS (PUNTO b) SECCION 615)**

Cada operador contará con un programa que asegure que todo el personal operativo y de mantenimiento que deba responder a una emergencia esté familiarizado con los requerimientos de los procedimientos escritos de emergencia. Dicho programa incluirá lo siguiente:

### **2.1 Acceso del personal al manual de procedimiento de emergencia**

La última edición de los planes y procedimientos de emergencia deberá estar a disposición de los empleados que deban conocerlos. Deberá haber una copia cerca de los teléfonos y unidades de radio a través de los cuales se informe la existencia de una emergencia a los operadores.

### **2.2 Capacitación del personal**

Se capacitará al personal adecuado a fin de que esté familiarizado con los requisitos de los procedimientos escritos de emergencia, tales como exámenes orales o escritos y control de la reacción ante simulacros de emergencias. Dicha verificación deberá quedar documentada.

Los encargados de la instrucción de los agentes deben poner especial énfasis en:

- a) El conocimiento de las propiedades y del comportamiento del gas, en relación con los peligros potenciales que pudieran significar.
- b) La ejecución coordinada de los procedimientos escritos de emergencia de la compañía.
- c) El conocimiento de cómo ejercer el control de una emergencia en diversas secciones del sistema, incluyendo la identificación y operación de las válvulas clave.
- d) La responsabilidad de cada empleado de responder a una emergencia y su relación con el procedimiento a seguir en cada caso.

- e) Evaluación de informes de olor a gas y de otras emergencias potenciales.
- f) Respuesta a los distintos tipos de situaciones de emergencia, tales como escapes de gas en interiores o exteriores y gas inflamado en interiores o exteriores. Las acciones adecuadas deberán incluir evitar el uso de timbres o chicharras cuando se acude a verificar posibles pérdidas, evacuación, eliminación de fuentes de ignición, cierre del gas, ventilación y/u otras medidas precautorias.
- g) Familiarización con las herramientas y los equipos adecuados a ser utilizados en cada función o situación particular.
- h) Cumplimiento de los requisitos de registro de datos mencionados en los procedimientos escritos de emergencia, incluyendo un diario de la emergencia y la evaluación y documentación de la actitud tomada para subsanar el caso.

### **2.3 Revisión de actividades de los empleados**

Después de cada emergencia, y a fin de determinar si los procedimientos fueron observados, se analizarán las actividades del personal examinando el diario de acontecimientos y medidas adoptadas. Se considerará de manera especial si las respuestas a la emergencia fueron oportunas. Además, se establecerá la necesidad de introducir modificaciones a los procedimientos escritos a la luz de la experiencia de la emergencia.

## **3 CONTACTOS CON FUNCIONARIOS PUBLICOS (Parte c) y punto 8 de la Parte a) de la Sección 615)**

Los responsables de establecer contactos con los funcionarios públicos correspondientes con relación a los procedimientos de emergencia, deberán considerar lo siguiente.

### **3.1 Recopilación de la información actual sobre recursos de las organizaciones gubernamentales**

- a) Nombre de la organización.
- b) Tipo de responsabilidad.
- c) Area geográfica cubierta.
- d) Posibilidad de asistencia en caso de emergencia en una cañería.
- e) Responsabilidad y recursos para situaciones de incendio, lesiones personales, control y evacuación de zonas con respecto a emergencias en gasoductos.
- f) Tipo, tamaño y capacidad de equipos y vehículos.
- g) Procedimientos para facilitar rápidas comunicaciones en caso de emergencia.

### **3.2 Familiarización de funcionarios públicos con los procedimientos de emergencia**

Se informará a bomberos, policías y demás funcionarios públicos acerca de la disponibilidad, capacidad y ubicación del personal, equipo y materiales del operador que deberán responder en caso de emergencia en un gasoducto. Deberán contar con un listado de los empleados de la compañía con quienes ponerse en contacto a cualquier hora.

### **3.3 Identificación de emergencias que exigen notificación a funcionarios públicos**

Los tipos de emergencia que deberán notificarse incluyen:

- a) Fuego o incendios de consideración en inmuebles adyacentes.
- b) Lesiones corporales severas.
- c) Personas afectadas o espectadores demasiado numerosos que la compañía no puede manejar.

- d) Adyacencias a las servidumbres públicas en las que el público podría correr peligro.
- e) Zonas de recorrida o evacuación.
- f) Incidente en zonas densamente pobladas.

### **3.4 Plan conjunto con funcionarios públicos para asistencia mutua**

El personal de la compañía debería establecer y mantener el contacto con bomberos, policías y demás funcionarios públicos a efectos de elaborar un plan de asistencia mutua para reducir los peligros a la vida y a los bienes. Se deberán considerar diversas situaciones, incluyendo aquellas en las que el operador tiene motivos para pensar que existe peligro y que los bomberos, la policía u otro personal de emergencia podrán responder con mayor celeridad que el personal del operador. El personal policial y de bomberos deberá adoptar las medidas necesarias para proteger al público, mediante evacuación y ventilación de edificios, mientras llegue el personal del operador.

## **4. PROGRAMA EDUCATIVO CONTINUO (Parte d), Sección 615)**

El programa educativo exigido en este artículo deberá adecuarse al tipo de operación de la cañería y al medio que ésta atraviese, y se impartirá en el idioma de uso común de la comunidad o zona. Los operadores deberán comunicar sus programas a los usuarios, público en general, funcionarios gubernamentales apropiados y excavadores de la zona.

Los operadores de los sistemas de transporte comunicarán sus programas a los residentes en las servidumbres de su línea. Los programas y los medios utilizados deben ser lo más amplios posibles a fin de llegar a todas las zonas por las que la compañía transporta gas. Se coordinarán los programas de los operadores en la misma zona a fin de compatibilizar los informes de emergencia y evitar incoherencias.

### **4.1 Información general a comunicar**

La comunicación de la información general debe incluir lo siguiente:

- a) Datos sobre el gas distribuido o transportado.
- b) Importancia de reconocer e informar una emergencia.
- c) Forma de informar la emergencia al operador.
- d) Acciones a tomar en una emergencia o cuando se detectan fugas.
- e) Identificación de mojones.

### **4.2 Información específica a comunicar**

Se incluye lo siguiente:

- a) Información acerca de cómo reconocer una emergencia o una situación potencialmente peligrosa. Puede incluirse información sobre la posibilidad de detectar por el sonido y olfato (si está odorizado) una potencial pérdida de gas, así como por indicaciones visuales. Los posibles indicadores incluyen:
  - 1) Olor a gas en un edificio.
  - 2) Sonido sibilante.
  - 3) Fuego en o cerca de un artefacto o caño de gas.
  - 4) Sonido inusual de la llama en una hornalla.
  - 6) Gas en el exterior (olor, quemando, soplando).

- 7) Olor a gas mientras se produce una excavación o cuando recién se la ha completado.
- b) Información sobre las medidas a adoptar en una emergencia o cuando se detectan pérdidas de gas hasta tanto se notifique al operador y éste responda. Pueden incluirse advertencias en contra de:
- 1) Tratar de localizar fugas con fósforos u otra llama.
  - 2) Permanecer en un edificio donde haya un fuerte olor a gas.
  - 3) Prender o apagar luces o conectar o desconectar artefactos eléctricos cuando haya fuerte olor a gas.
  - 4) Usar teléfonos en zonas con olor a gas.

#### **4. FORMATO DE MUESTRA PARA PLANES DE EMERGENCIA**

Ver Apéndice G-14 del Material de Guía.

### **SECCION 617 - INVESTIGACION DE AVERIAS**

Toda línea de transmisión deberá ser inspeccionada como máximo cada cinco (5) años, con pasaje de "scraper" instrumentado para determinar fallas que puedan afectar a su seguridad.

Todo operador deberá establecer procedimientos para analizar accidentes y averías, incluyendo la selección de muestras de las instalaciones o equipos averiados, para su estudio en laboratorio cuando fuera pertinente, a fin de determinar las causas de las mismas y reducir al mínimo la posibilidad de una repetición.

### **MATERIAL DE GUIA**

#### **1. GENERALIDADES**

Se realizará un análisis detallado siempre que se determine que el mismo podría suministrar información útil para reducir el potencial de repetición de una falla.

#### **2. RESPUESTA A UN INCIDENTE**

Si se va a efectuar un análisis detallado será necesaria una rápida respuesta para preservar la integridad de las probetas y la información acumulada.

#### **3. RECOPIACION DE DATOS SOBRE EL INCIDENTE**

Si hubiera que realizar un análisis detallado, se designará a una persona en la escena del incidente para coordinar la investigación. Las responsabilidades de tal persona incluirán.

- a) Actuar como coordinador de todo el personal de investigaciones en campo.
- b) Llevar un diario del personal, equipo y testigos.
- c) Registrar en orden cronológico los acontecimientos a medida que suceden.
- d) Asegurar que se tomen fotografías del incidente y zonas circundantes, las que serán de gran valor en la investigación.
- e) Garantizar la notificación a todas las autoridades gubernamentales adecuadas.
- f) Garantizar la conservación de las pruebas.

#### **4. EQUIPO INVESTIGADOR**

Cuando haya que realizar un análisis detallado, se designará un equipo de investigación altamente calificado por la capacitación o la experiencia en los procedimientos adecuados para dicho fin. La investigación debería incluir lo siguiente:

- a) Determinación de la causa probable del incidente.
- b) Evaluación de la respuesta inicial.
- c) Necesidad de mejoras en el sistema, si corresponde.
- d) Necesidad de mejoras en la respuesta, manejo e investigación de incidentes.

#### **5. PROBETAS**

Se preparará un procedimiento para seleccionar, recopilar, preservar, rotular y manipular probetas. Los procedimientos para recopilación de probetas metalúrgicas deberían incluir precauciones para no alterar la estructura granular en las zonas de interés para la investigación (ej., evitar efectos térmicos producidos por fuerzas de corte y externas debidas a herramientas y equipos). Cuando haya problemas de corrosión, pueden resultar necesarios procedimientos para la correcta toma de muestras y manipuleo, del suelo y agua subterránea. Se considerarán procedimientos que controlen el corte, limpieza, elevación, identificación y embarque de probetas de caño a fin de conservar pruebas valiosas sobre su superficie, y sobre las caras de fractura de superficies rotas, incluyendo efectuar cortes suficientemente alejados de la falla a efectos de no dañar áreas críticas de la probeta.

#### **6. MATERIAL UTIL DE REFERENCIA**

Lo siguiente es material útil de referencia:

- a) "investigación de Fallas en Gasoductos", del Instituto de Seguridad en el Transporte, Departamento de Transporte de EEUU, Nov. 1986. (Transportation Safety Institute, Pipeline Safety Branch, DMA-607, 6500 South MacArthur Blvd., Oklahoma City, Oklahoma 73125).
- b) "Aspectos Legales de la Investigación de Fallas", de Paul Biancardi, Oficina del Jefe del Consejo, Administración de Programas Especiales e Investigación, Washington, D.C., Feb. 1984 (en existencia en el Instituto de Seguridad en el Transporte).
- c) "Primeros en la Escena", de J.M. Lennon, Director de Reclamos, Compañía Eléctrica de Filadelfia, 1983, AGA Operating Section Proceedings, 1983.
- d) "Cómo Proteger a la Compañía en la Escena del Incidente", de Robert E. Kennedy, Director de Reclamos, The Brookiyn Union Gas Company, 1983, AGA Operating Section Proceedings, 1983.

#### **SECCION 619 - MAXIMA PRESION ADMISIBLE DE OPERACION. CAÑERIAS DE ACERO O PLASTICAS**

- a) Excepto como está previsto en el párrafo (c) de esta Sección, ninguna persona podrá operar un tramo de cañería de acero o cañería plástica a una presión que exceda la menor de las siguientes:
  - 1) La presión de diseño del elemento más débil en el tramo, determinado de acuerdo con las partes e) y d) de esta Norma.
  - 2) La presión que resulta al dividir la presión a la cual el tramo fue probado después de construido, de acuerdo a lo siguiente:
    - i) Para caño plástico en toda clase de trazado, la presión de prueba dividida por un factor 1,5.

- ii) Para caños de acero que operen a 4 bar o más, la presión de prueba dividida por un factor determinado de acuerdo con la siguiente tabla:

CLASE DE TRAZADO	FACTOR (*), TRAMO		
	INSTALADO ANTES DEL 12/11/70	INSTALADO DESPUES DEL 11/11/70	REHABILITADO BAJO LA SECCION 14 DE ESTA NORMA
1	1,1	1,1	1,25
2	1,25	1,25	1,25
3	1,4	1,5	1,5
4	1,4	1,5	1,5

- (\*) Para tramos costa afuera, no ubicados sobre una plataforma costa afuera, el factor es 1,25. Para tramos ubicados sobre una plataforma costa afuera o sobre una plataforma en aguas interiores navegables, incluyendo la cañería de acometida, el factor es 1,5.
- 3) La más alta presión real de operación a la cual el tramo estuvo sujeto durante los cinco últimos años a menos que el tramo fuera probado de acuerdo con el párrafo a) 2) de esta Sección, o fuera sobrecargado de acuerdo con la parte K de esta norma.
- 4) Para cañería de acero soldada a tope en horno, una presión igual al 60 % de la presión de prueba en fábrica.
- 5) Para caño de acero que no sea soldado a tope en horno, una presión igual al 85 % de la mayor presión de prueba a la cual el caño haya sido sometido, ya sea en fábrica o después de instalado.
- 6) La presión determinada por el operador como la presión máxima de seguridad, después de considerar el historial del tramo, particularmente conocidas la corrosión y la presión real de operación.
- b) No podrá operarse un tramo en el cual el párrafo a) 6) de esta Sección es aplicable, a menos que sea instalado en el mismo un dispositivo de protección de sobre-presión de manera que impida que la máxima presión de operación admisible sea excedida de acuerdo con la Sección 195.
- c) No obstante los otros requisitos de esta Sección, se podrá operar un tramo de cañería que se encuentre en condiciones satisfactorias, considerando su historial de operación y mantenimiento, a la mayor presión real de operación a la cual el tramo estuvo sujeto durante los 5 últimos años, supeditado a los requisitos de la Sección 611.

#### MATERIAL DE GUIA

Ver Apéndices del Material de Guía G-9 "Condiciones de prueba para cañerías que no sean líneas de servicio" y G-10 "Condiciones de prueba para líneas de servicio".

#### SECCION 621 - MAXIMA PRESION ADMISIBLE DE OPERACION. SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE ALTA PRESION

- a) No podrá operarse un tramo de un sistema de distribución de alta presión a una presión que exceda la menor de las siguientes que sean aplicables:
- 1) La presión de diseño del elemento más débil del tramo, determinado de acuerdo con las partes C y D de esta Norma.

- 2) 4 bar para un tramo de un sistema de distribución, diseñado para operar a más de 4 bar, a menos que los servicios en el tramo considerado estén equipados con reguladores de servicio u otros elementos limitadores de presión en serie, que satisfagan los requerimientos de la Sección 197 c).
  - 3) 1,7 bar en tramos de caños de fundición que dispongan de juntas de enchufe y espiga no reforzadas.
  - 4) La presión límite a la cual una unión podría ser sometida sin que se produzca rotura o separación.
  - 5) La presión que sea determinada por el operador como la presión máxima de seguridad después de la consideración del historial del tramo, particularmente conocidas la corrosión y la presión de operación real.
- b) No podrá operarse un tramo de cañería a la cual es aplicable el párrafo a) 5) de esta Sección, a menos que sean instalados dispositivos de protección contra sobre-presión que impidan que sea excedida la presión máxima admisible de operación de acuerdo con la Sección 195.

#### **MATERIAL DE GUIA**

Para sistemas de distribución de alta presión con cañerías de acero o plástico, ver Sección 619.

#### **SECCION 623 - PRESION MAXIMA Y MINIMA ADMISIBLE DE OPERACION. SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE BAJA PRESION**

- a) No podrá operarse un sistema de distribución de baja presión a una presión que sea lo suficientemente alta como para hacer inseguro el funcionamiento de cualquier artefacto correctamente ajustado y conectado que consuma gas a baja presión.
- b) No podrá operarse un sistema de distribución de baja presión a una presión inferior a la mínima que garantice el funcionamiento seguro y continuo de cualquier artefacto correctamente ajustado y conectado que consuma gas a baja presión.

#### **MATERIAL DE GUIA**

Todo sistema de distribución de baja presión, conectado a una fuente de gas en el que la falla en el control de la presión podría traducirse en un aumento de la máxima presión de trabajo admisible del sistema, deberá estar equipado con dispositivos adecuados de alivio o limitación de presión que controlen la misma a la MAPO del sistema.

Para sistemas de distribución de baja presión con cañerías de acero o plástico, ver Sección 619.

#### **SECCION 625 - ODORIZACION DEL GAS**

En todo lo referente a odorización, deberá cumplirse con las disposiciones, normas y especificaciones vigentes.

- a) Un gas combustible en una línea de distribución debe contener un odorante natural o ser odorizado de modo que a una concentración en aire de 1/25 del límite explosivo inferior -lo que significa una concentración de gas en aire de 0,2 % para G.N. y 0,1 % para G.L.P.-, el gas sea rápidamente detectable por una persona con olfato normal.
- b) Un gas combustible de una línea de transmisión de clase de trazado 3 ó 4 debe cumplir los requisitos

del párrafo a) de esta Sección a menos que la línea transporte gas a cualquiera de las siguientes instalaciones que hayan recibido gas sin odorante proveniente de esa línea:

- 1) un campo de almacenamiento subterráneo;
  - 2) una planta de procesamiento de gas;
  - 3) una planta deshidratadora de gas; o
  - 4) una planta industrial que use gas en un proceso donde la presencia de un odorante:
    - i) haga inepto el producto final para el fin a que está destinado;
    - ii) reduzca la actividad de un catalizador, o
    - iii) reduzca el rendimiento de una reacción química.
- c) En las concentraciones en que es usado el odorante en gases combustibles, la mezcla debe cumplir con lo siguiente:
- 1) no debe ser nociva para las personas, materiales conductos;
  - 2) sus productos de combustión no deben ser tóxicos cuando son aspirados, ni corrosivos o dañinos para aquellos materiales con los que estén en contacto.
- d) El odorante no debe ser soluble en agua en una cantidad mayor que 2,5 partes por 100 en peso.
- e) El equipo de odorización debe introducir el odorante sin variaciones amplias en su concentración. Los odorizantes deben ser introducidos en las cañerías plásticas solamente en estado gaseoso, a menos que se haya determinado mediante investigación o ensayos que el tipo de plástico en cuestión es adecuadamente resistente al contacto directo con el odorizante líquido.
- f) Todo responsable verificará periódicamente que la concentración de odorante sea la adecuada, de acuerdo con esta Sección, llevando un registro de los valores obtenidos.

## **MATERIAL DE GUIA**

### **1. MUESTREO PERIODICO**

#### **1.1 Lugares**

Se seleccionarán los lugares para obtención de muestra a fin de asegurar que todo el gas dentro del sistema contenga la concentración requerida de odorizante. La cantidad de lugares elegidos dependerá del tamaño y configuración del sistema, ubicación de plantas y lugares donde se sospecha hay bajos niveles de odorizantes en el sistema.

Ver GE. D.I. N° 1930 - Apéndice A II.

#### **1.2 Frecuencia**

Los ensayos se realizarán a intervalos suficientemente frecuentes a fin de asegurar que el gas se está odorizando al nivel adecuado.

#### **1.3 Ensayos**

Los niveles de odorización se determinarán con instrumentos de dilución en aire, instrumentos para análisis químicos en cuartos de prueba especialmente controlados de acuerdo con la Norma 7 del Expediente 183 sobre Compañías de Servicio Público de Gas de la División de Servicios Públicos de Gas de la Comisión Ferroviaria de Texas. Los ensayos estarán a cargo de personal capacitado en la operación y uso de instrumentos y procedimientos.

#### **1.4 Registros**

El operador conservará los registros con los resultados de los ensayos sobre nivel de odorizante y concentración.

#### **2. ODORIZANTES EN CAÑERIAS PLASTICAS**

Los odorizantes se introducirán en cañerías plásticas sólo en estado de vapor, salvo que la investigación o el ensayo determine que el tipo de plástico es adecuadamente resistente al contacto directo con el odorizante líquido.

### **SECCION 627 - PERFORACION DE CAÑERIAS BAJO PRESION**

Toda perforación a efectuarse en una cañería bajo presión, deberá ser realizada por personal especializado competente y de acuerdo con el procedimiento previamente aprobado.

Antes de comenzar los trabajos se efectuará la comprobación del espesor de la cañería en el lugar donde se montará el equipo y del estado de mantenimiento de la tubería, cambiando el lugar elegido si se verificara condiciones inseguras o desconocidas.

#### **MATERIAL DE GUIA**

##### **1. CALIFICACIONES DEL PERSONAL**

El personal que realice derivaciones bajo presión deberá:

- a) estar familiarizado con las limitaciones de presión del equipo a utilizar; y
- b) estar correctamente capacitado en los procedimientos mecánicos y en las precauciones de seguridad relacionadas con el uso del equipo en cuestión.

##### **2. IDENTIFICACION DEL CAÑO**

El operador deberá identificar con exactitud la línea que se derivará. Se deberá actuar con precaución cuando se conozca o sospeche la existencia de otras instalaciones subterráneas en la zona. También se deberá actuar con cuidado cuando el personal que localiza la línea a derivar no esté familiarizado con la zona. El personal del operador deberá conocer los materiales utilizados por otros servicios públicos en esa zona (acero, plástico, fundición, etc.).

###### **2.1 Antes de la derivación**

###### **a) Planos y registros**

El operador deberá revisar concienzudamente los planos y registros pertinentes de la Compañía y ponerse en contacto con los operadores de otras instalaciones subterráneas (ej., sistema de una llamada) para determinar la ubicación de otras líneas próximas a aquella a derivar.

###### **b) Caño expuesto**

Se podrán usar los factores siguientes para asegurar que el caño expuesto sea el que hay que derivar. Cuando la identificación del caño sea incierta, el operador deberá considerar la extensión de la excavación.

- 1. Diámetro exterior**
- 2. Características de la soldadura longitudinal.**

- a) Soldadura por resistencia eléctrica.
- b) Soldadura por presión y calentamiento eléctrico.
- c) Fusión eléctrica/arco sumergido.
- d) Soldadura en espiral.
- e) Sin costura.
- f) Otras características de soldadura.

**3. Revestimiento**

- a) Alquitrán de hulla.
- b) Asfalto.
- c) Cera.
- d) Capa delgada.
- e) Cinta.
- f) Mástic extruido o material similar.
- g) Otros materiales.
- h) Sin revestir.

**4. Material**

- a) Acero.
- b) Fundición.
- c) Plástico.
- d) Caño no industrial patentado.

**5. Conexiones**

- a) Soldadas.
- b) Acople mecánico.
- c) Roscadas.
- d) Enchufe y espiga (plomo, cemento u otro).
- e) Fundidas.
- f) Cemento solvente.
- g) Otros.

**6. Marcas de fabricantes**

**7. Color**

8. **Acabado de superficie**
9. **Potencial caño a suelo (rectificador encendido/apagado, cables de prueba y conexiones)**
10. **Espesor de pared (ultrasonido)**
11. **Temperatura del caño**

**c) Caño no expuesto**

Podrá usarse lo siguiente para asegurar la identificación del caño a derivar:

- 1) Trazados o planos indicadores de la posición del caño.
- 2) Sondeo.
- 3) Indicaciones en superficie de otras instalaciones subterráneas (marcadores, calibración de válvulas, relleno y cercos pintados).
- 4) Alineación en campo.

**2.2 Durante la derivación**

El operador deberá:

- a) En la perforación inicial de la línea
  - 1) Verificar presión.
  - 2) Verificar contenidos de la línea (gas odorizado, petróleo, gasolina o agua).
- b) Inspeccionar muestra recuperada.

**2.3 Consideraciones especiales para camisas e inserciones**

El operador verificará la presencia de venteos que indicarían la existencia de una camisa. Si las observaciones (ej., marcas, venteos, variación de diámetro) indican la posibilidad de una camisa o inserción, el operador deberá considerar radiografiar o verificar la existencia de un anillo despresurizado (máquina perforadora para derivaciones u otro medio).

**3. ADAPTABILIDAD PARA DERIVACIONES**

El operador considerará lo siguiente para determinar la adecuación del caño y la ubicación propuesta de la derivación.

- a) Inspeccionar caño en busca de corrosión externa.
- b) Determinar defectos internos con medidor de ultrasonido o radiografía.
- c) Verificar las relaciones adecuadas de derivación/costura/uniión.
- d) Verificar si el equipo y los materiales para la derivación son los correctos para la presión de servicio prevista.

**SECCION 629 - PURGADO DE CAÑERIAS**

- a) Cuando se purgue el aire de una cañería por medio de gas, éste deberá ser inyectado en un extremo de la línea con flujo moderadamente rápido y continuo a una velocidad aproximada de 15 m/s. Si el gas no puede ser suministrado en cantidad suficiente como para impedir la formación de una mezcla

peligrosa de gas y aire, deberá introducirse en la línea un bolsón de gas inerte adelante del gas.

- b) Cuando se purgue el gas de una cañería por medio de aire, éste deberá ser inyectado en el punto de la línea desde el que se efectúe el trabajo, o inducido (aspirado) por los extremos; el flujo deberá ser moderadamente rápido y continuo a una velocidad aproximada de 15 m/s.

Si el aire no puede ser suministrado en cantidad suficiente como para evitar la formación de una mezcla peligrosa de gas y aire, deberá introducirse en la línea un bolsón de gas inerte delante del aire.

- c) Cuando el trazado de la cañería sea de clase tres o cuatro, siempre deberá introducirse en la línea nueva un bolsón de gas inerte, para formar un bache con una longitud según la tabla 629 i.

Cuando la inertización con gas o con aire en estas clases de trazado resulte imposible, las líneas deben purgarse con gas inerte a opción de la dirección técnica de los responsables de los trabajos.

**TABLA 629 i**

**VOLUMEN ( en m<sup>3</sup> ) DEL TAPON DE NITROGENO O DIOXIDO DE CARBONO (\*)  
REQUERIDOS PARA VARIOS DIAMETROS Y LONGITUDES DE CAÑERIA**

LONGITUD DE CAÑERIA m		DIAMETRO NOMINAL DE LA CAÑERIA mm (pulg)										
Desde	Hasta	102 (4")	152 (6")	203 (8")	254 (10")	305 (12")	406 (16")	457 (18")	508 (20")	559 (22")	610 (24")	762 (30")
---	2500	1	2	4	7	12	25	40	50	70	90	180
2501	6000	1	3	7	15	25	50	75	100	150	180	340
6001	9000	1	4	10	25	30	70	100	150	200	250	500
9001	15000	2	7	15	35	50	100	150	250	300	400	800
15001	24000	3	10	25	50	100	200	250	350	450	600	1200

(\*) Para gases de combustión agregar 20% más.

Nota: Velocidad del tapón: 1 m/s

**MATERIAL DE GUIA**

**1. MANUAL A.G.A.**

Un manual útil es "Principios y Prácticas de Purgado", en existencia en A.G.A., 1515 Wilson Boulevard, Arlington, Virginia 22209.

**2. NOTIFICACIONES**

Para notificación de funcionarios públicos y público en general acerca de purgas y descargas, ver 4 de Material de Guía en la Sección 751.

## **PARTE M - MANTENIMIENTO**

### **SECCION 701 - ALCANCE**

Esta parte determina requisitos mínimos para mantenimiento de instalaciones de cañerías.

#### **MATERIAL DE GUIA**

No es necesario Material de Guía.

### **SECCION 703 - GENERALIDADES**

- a) No podrá operarse un tramo de cañería a menos que sea mantenido de acuerdo con esta parte.
- b) Todo tramo de cañería que no ofrezca seguridad deberá ser reemplazado, reparado o retirado del servicio.
- c) Deberán ser reparadas inmediatamente las pérdidas peligrosas.

#### **MATERIAL DE GUIA**

##### **1. GENERALIDADES**

Si en un momento dado, una instalación de distribución se dañara o se deteriora hasta tal punto que su utilidad se viera menoscabada o evidenciara una pérdida de tal envergadura que representara un peligro, deben tomarse inmediatamente medidas provisionales a fin de proteger el público y la propiedad. Si no fuera posible realizar una reparación permanente en el momento de detectar el problema, ésta se hará tan pronto como sea posible.

##### **2. REPARACION DEL CAÑO**

###### **2.1 Generalidades**

Antes de reparar una cañería, el operador deberá considerar las condiciones de operación, el diseño y la historia de mantenimiento tanto como sea necesario para asegurar que las reparaciones además no dañarán el caño. Donde sea necesario asegurarse, la presión de operación deberá ser disminuida, el caño expuesto deberá ser restringido, el acceso al área deberá ser limitado, deberá proveerse personal para protección y el equipo de extinción de fuego deberá estar disponible.

###### **2.2 Reparación de líneas de distribución**

Los métodos de reparación permanente para líneas de distribución, incluirán lo siguiente:

- a) Cortar y quitar un cilindro completo de la parte dañada del caño y reemplazar dicho tramo.
- b) Aplicación de dos medias cañas que rodeen totalmente la cañería, de diseño apropiado.
- c) Aplicación de una grapa para obturar pérdidas o un manguito abulonados, especialmente diseñados.
- d) Para caños de acero, aplicación de una planchuela de acero soldada a filete a manera de parche, de un material similar de igual o mayor espesor y grado que el caño y con esquinas redondeadas.
- e) Para reparaciones de caños o tuberías de plástico ver la Sección 311.

### **2.3 Reparaciones de líneas de transmisión**

Para reparar líneas de transmisión, ver las Secciones 711, 713, 715 y 717.

### **2.4 Inspección y prueba**

- a) Todas las reparaciones en líneas de distribución deberán ser visualmente inspeccionadas y la pérdida probada a la presión de operación.
- b) Todas las reparaciones de líneas de transmisión deberán ser ensayadas de acuerdo con la Sección 719.

### **3. REEMPLAZO DE CAÑO DE FUNDICION DE HIERRO**

Ver Apéndice G-18 del Material de Guía, "Caño de fundición de hierro".

### **4. REALINEACION DE CAÑERIAS**

#### **4.1 Acero:**

- a) Generalidades:

Antes de realinear (mover en cualquier dirección) la cañería, el operador deberá establecer un procedimiento para determinar la factibilidad de realinear y realizar la tarea con seguridad. Una referencia útil para elaborar este procedimiento es el informe ASME/DOT/API titulado "Informe Final sobre Pautas para Tendido de Cañerías durante el Servicio" preparado por Laboratorios Battelle.

- 1) Análisis de factibilidad:

El procedimiento para determinar la factibilidad de una realineación segura del caño, debería considerar lo siguiente:

- i) Determinación del grado de realineación requerido.
  - ii) Revisión del historial operativo (tales como registros de fugas, daños y corrosión externa e interna) del tramo en cuestión.
  - iii) Revisión de las propiedades del material (como especificación, grado, espesor de pared, TFME y características de uniones y costuras) de la cañería, incluyendo válvulas y accesorios unidos a ella.
  - iv) Realización de nuevos análisis de tensión, revisión de análisis previos de tensión y prácticas seguras establecidas por proyectos anteriores.
  - v) Determinación de la máxima presión segura de operación durante la realineación.
  - vi) Cuando el análisis de factibilidad indica una condición potencialmente insegura causada por el movimiento del caño bajo condiciones de operación normal, deberá considerarse la aislación del tramo, bajar la presión en el tramo, despresurizar, u otras acciones apropiadas.
- 2) Ejecución de la tarea. El procedimiento para ejecutar la tarea deberá incluir la consideración de lo siguiente:
    - i) Control de la presión durante la realineación para asegurar que no se supere la máxima presión segura de operación.
    - ii) Consideración de un rápido cierre temporal.
    - iii) Reducción de la exposición de empleados y público en general en el lugar de trabajo.

- iv) Potenciales efectos adversos de condiciones climáticas, agua de superficie y subterránea y estabilidad de terraplenes.
  - v) Inspección externa del caño expuesto en busca de variaciones en los estudios de factibilidad y de defectos visibles (como abolladuras, ranuras, quemaduras de arco, corrosión y daños de revestimiento).
  - vi) Reparaciones apropiadas.
  - vii) Pleno control del operador sobre el proceso real de realineación.
  - viii) Adecuación de los soportes de caño para impedir el movimiento inintencional.
  - ix) Procedimientos de nivelación y relleno para impedir movimientos adicionales debidos al asentamiento posterior a la realineación.
- b) Consideraciones adicionales para cañerías con acoples de compresión
- 1) Análisis de factibilidad. El procedimiento para determinar la factibilidad de una realineación segura de las cañerías deberá incluir la consideración de lo siguiente:
    - i) Revisión de las recomendaciones de los fabricantes para instalar y mantener los acoples de compresión.
    - ii) Análisis de cada proyecto para descubrir el potencial de desprendimiento de cuplas, incluyendo desprendimientos en tramos adyacentes de líneas a cada lado del proyecto.
    - iii) Instalación de anclajes para resistir fuerzas desequilibradas a cada lado del proyecto.
    - iv) Refuerzo de todas las cuplas afectadas antes de la realineación del caño.
  - 2) Ejecución de la tarea. El procedimiento para ejecutar la tarea deberá incluir la consideración de lo siguiente:
    - i) Reducción de la presión antes de la excavación, refuerzo y realineación.
    - ii) Minimización de la excavación durante la localización y refuerzo.
- c) Una referencia útil es la "Guía para bajar cañerías mientras están en servicio" del Servicio de Información Nacional Técnico de EE.UU., PB 85-218535.

#### **4.2 Fundición de hierro**

No se recomienda la realineación de caño de fundición.

Ver Apéndice G-18 del Material de Guía, "Caño de fundición de hierro".

#### **4.3 Plástico**

No se recomienda la realineación del caño plástico excepto cuando el reemplazo no sea factible.

- a) Generalidades Ver 4.1.
- b) Consideraciones adicionales
  - 1) Se deberán reemplazar los tramos dañados.
  - 2) Se deberán revisar las recomendaciones de los fabricantes de caños y accesorios para determinar el movimiento permitido del caño y la deflexión de la unión.

- 3) Para minimizar o evitar concentraciones de tensión en las uniones durante y después de la realineación, el operador deberá:
- i) considerar el efecto de las tensiones térmicas;
  - ii) proporcionar apoyo continuo al caño (como puentes, nivelación de zanjas y rellenos adecuados) para impedir el movimiento del asentamiento después de la realineación.

#### SECCION 705 - LINEAS DE TRANSMISION. RECORRIDO DE INSPECCION

- a) Todo responsable deberá trazarse un programa de recorrido para observar, a intervalos que no excedan de 1 año, las condiciones de la superficie y en las adyacencias de la servidumbre de las líneas de transmisión, para detectar pérdidas, actividades de construcción y otros factores que afecten la seguridad y operación.
- b) La frecuencia de los recorridos deberá ser determinada por el diámetro de la línea, la presión de operación, la clase de trazado, terrenos, climas y otros factores incidentes, pero los intervalos no deberán ser mayores que lo prescripto en la tabla siguiente:

CLASE DE TRAZADO	MAXIMO INTERVALO	
	Cruce de carretera o ferrocarril	Todo otro lugar
1 - 2	4 meses	1 año
3	3 meses	6 meses
4	3 meses	3 meses

#### MATERIAL DE GUIA

No es necesario.

#### SECCION 706 - LINEAS DE TRANSMISION. RECONOCIMIENTO DE PERDIDAS

- a) Cada operador de una línea de transmisión deberá proveer en su plan de operación y mantenimiento, reconocimientos periódicos por pérdidas de la línea.
- b) El reconocimiento de pérdidas de una línea de transmisión deberá ser realizado en intervalos que no excedan los 12 meses. No obstante, en el caso de una línea de transmisión que transporta gas de conformidad con la Sección 625, sin olor o sin odorizar, deberán realizarse reconocimientos de pérdidas utilizando equipo detector de pérdida:
  - 1) en trazados clase 3. a intervalos que no excedan 6 meses;
  - 2) en trazados clase 4. a intervalos que no excedan 3 meses.

#### MATERIAL DE GUIA

La frecuencia mínima para realizar análisis de fugas se establece en la parte b) de la Sección 706. Ver 1.3, 1.4 y 1.5 del Material de Guía de la Sección 723. Ver también artículos aplicables del Apéndice G-11 del Material de Guía.

## SECCION 707 - LINEAS PRINCIPALES Y DE TRANSMISION: SEÑALIZACION

Independientemente de la señalización indicada en esta Sección, el operador deberá informar al organismo correspondiente, los siguientes datos: tipo de cañería según producto transportado, presión de trabajo, traza y profundidad.

### a) Cañerías enterradas

Excepto como está previsto en el párrafo b) de esta Sección, una señal de línea debe ser ubicada y mantenida tan cerca como sea práctico sobre cada línea principal o de transmisión enterradas.

- 1) En cada cruce de un camino público, vía férrea y vía de aguas navegables, cruces con otras cañerías y cambios de dirección;
- 2) en cualquier lugar que fuera necesario identificar la ubicación de la línea principal o de transmisión para reducir la posibilidad de daño o interferencia; y
- 3) en cruces con electroductos se colocarán mojones cada 10 m, 50 m antes y después del cruce y se pintarán las torres del electroducto entre las cuales cruza el conducto, de color amarillo hasta 1,8 m de altura.

### b) Excepciones para cañerías enterradas

No se requiere señalización para líneas principales y de transmisión enterradas:

- 1) ubicadas costa afuera o bajo vías navegables interiores y otras masas de agua, o en sus cruces; o
- 2) en clases de trazado 3 ó 4:
  - i) donde la colocación de una señalización fuera impracticable o no cumpliera su propósito, y la autoridad local mantenga una línea de infraestructura para registrar la ubicación de conductos enterrados; o
  - ii) donde estuviera vigente, conforme a la Sección 614, un programa para prevención de daños.

### c) Cañerías superficiales

La señalización debe ser colocada y mantenida a lo largo de cada tramo de una línea principal y de transmisión instalada sobre terreno en una zona accesible al público.

### d) Señalizaciones de precaución

Lo siguiente debe ser escrito legiblemente sobre un fondo de riguroso color contrastante sobre cada señal de línea:

- 1) La palabra "Advertencia", "Precaución" o "Peligro" seguidas por la palabra "Gasoducto" (o el nombre del gas transportado, todo lo cual, excepto para señales en áreas urbanas densamente desarrolladas, debe estar en letras de al menos 30 mm de alto con 6 mm de ancho por trazo.
- 2) Los señalamientos y mojones deben tener firmemente fijada una placa de material resistente a la intemperie en la cual está grabado lo siguiente:

Nombre del operador.

Distancia al eje del conducto; tapada

Producto que transporta

Número telefónico (incluido en el código del área) donde el operador pueda ser avisado en todo momento.

#### **MATERIAL DE GUIA**

Ver punto 3 del Apéndice G-13 del Material de Guía.

#### **SECCION 709 - LINEAS DE TRANSMISION. ARCHIVO DE INFORMES**

Todo operador deberá guardar los informes de todas las pérdidas descubiertas, reparaciones realizadas, roturas, recorrido para la detección y análisis de pérdidas, recorrido e inspección de línea, por el tiempo en que el tramo comprendido permanezca en servicio.

#### **MATERIAL DE GUIA**

No es necesario Material de Guía.

#### **SECCION 711 - LINEAS DE TRANSMISION. REQUISITOS GENERALES PARA PROCEDIMIENTOS DE REPARACIONES**

- a) Todo operador deberá tomar inmediatamente medidas temporarias para proteger al público siempre que:
- 1) sea encontrada una pérdida, imperfección o daño que deteriore su servicio normal; y
  - 2) no sea factible realizar una reparación permanente en el momento de su descubrimiento.
- Tan pronto como sea factible, el responsable deberá realizar la reparación permanente.
- b) Excepto lo dispuesto en la Sección 717 a) 3), ningún operador puede usar un parche soldado como medio de reparación.

#### **MATERIAL DE GUIA**

- a) Antes de reparar permanentemente por medios mecánicos o soldadura un caño de acero operando por encima del 20 % de la TFME, el operador deberá determinar el espesor y la integridad de la pared del caño por ultrasonido u otro medio. Donde se encuentre deterioro o laminación, deben tomarse medidas para asegurar una reparación segura.
- b) Ver también Material de Guía de las Secciones 703, 713 y 751.
- c) Ver el Apéndice G-6 del Material de Guía, "Determinación del Máximo Tamaño de un foco de Corrosión" y el Apéndice G-7 del Material de Guía, "Tablas para Límites por Corrosión" para guía sobre reparaciones de cañerías.

#### **SECCION 713 - LINEAS DE TRANSMISION. REPARACION PERMANENTE DE IMPERFECCIONES Y DAÑOS EN CAMPAÑA**

- a) Excepto lo previsto en el parágrafo b) de esta Sección, cada imperfección o daño que impida el servicio de un tramo de línea de transmisión de acero operando al, o por encima del, 40 % de la TFME, debe ser reparado como sigue:

- 1) Si es factible poner el tramo fuera de servicio, la imperfección o daño deberán ser eliminados por el corte de una pieza cilíndrica de caño y su reemplazo con caño de igual o mayor resistencia.
  - 2) Si no es factible poner el tramo fuera de servicio, se aplicará soldada sobre la imperfección o daño, una montura de circundación total partida longitudinalmente en dos, de diseño apropiado.
  - 3) Si no es factible poner el tramo fuera de servicio, se reducirá la presión de operación a un valor de seguridad durante los trabajos de reparación.
- b) Cañerías sumergidas costa afuera y cañerías sumergidas en aguas navegables interiores, pueden ser reparadas por la aplicación mecánica de una montura de circundación total partida longitudinalmente en dos y de diseño apropiado, sobre la imperfección o daño.

## **MATERIAL DE GUIA**

### **1. GENERALIDADES**

#### **1.1 Soldadura**

- a) Se deberán usar procedimientos apropiados para soldar cañerías en servicio. Algunos factores importantes a considerar en estos procedimientos son el uso de un proceso de soldadura de bajo contenido de hidrógeno, la secuencia de soldadura, el efecto del espesor de pared, el aporte de calor y el efecto de templado por la circulación de gas.
- b) La soldadura se hará sólo sobre metal sano y suficientemente lejos del defecto de modo que el calor generado no produzca un efecto adverso en el defecto. La solidez del metal se determinará mediante inspección visual y otros métodos no destructivos.

#### **1.2 Precauciones adicionales**

- a) Se deberá actuar con cuidado al excavar alrededor del caño de manera de no dañarlo.
- b) Se deberá evitar golpear sobre el caño (ej. para eliminar productos de la corrosión o el revestimiento del caño, o para mejorar la colocación del manguito).

### **2. REPOSICION (Punto 1, parte a), de la Sección 713)**

El operador deberá considerar la posibilidad de que se produzca algún tipo de perjuicio en áreas cercanas a la zona en cuestión. Dicho perjuicio puede tener su origen en un defecto en la soldadura longitudinal, en corrosión interna o externa, o en daños producidos en otro lugar por el equipo de excavación cuando estas tareas cubren una amplia zona. Se examinará el caño a cada lado de la zona dañada a fin de determinar la extensión de reemplazo a efectuar.

### **3. MANGUITO DE REPARACION (Punto 2 parte a) y parte b) de la Sección 713)**

Las medias cañas soldadas de circundación total y las soldaduras en los extremos, si las hubiere, o las medias cañas de circundación total aplicadas mecánicamente en el caso de cañerías costa afuera sumergidas y cañerías sumergidas en aguas navegables interiores, deberán tener una resistencia por lo menos igual a la requerida para la máxima presión de servicio permitida del caño que se repara. Las soldaduras de los extremos deben soportar las tensiones previstas, tanto circunferenciales como longitudinales, incluyendo tensión adicional debida a cargas externas. Las medias cañas deberán tener como mínimo 100 mm de ancho. Al determinar el ancho del manguito, el operador considerará la posibilidad de que se haya producido algún tipo de daño más allá de la zona en cuestión. Ver 2 en este Material de Guía.

#### 4. PRESION DE REPARACION (Punto 3, parte a) de la Sección 713)

##### 4.1 Generalidades

Al establecer el nivel de presión de seguridad para una cañería que permanecerá en servicio durante la colocación de las medias cañas, que se indica en el punto 2), se considerará en primer lugar la severidad del defecto que ha de ser reparado. Ello comprende la consideración de su profundidad y de su geometría (es decir, el grado de concentración de esfuerzos, tales como en una ranura de fondo cortante o penetrante). Los defectos severos no deben ser reparados bajo presión a menos que el operador tenga suficiente experiencia como para hacer una evaluación seria de la falla. Además, deberá considerarse los esfuerzos de cualquier otro esfuerzo secundario conocido.

##### 4.2. Consideraciones especiales

Cuando las operaciones de reparación implican soldar sobre el caño cargado, deben realizarse las siguientes consideraciones:

- a) Se han realizado con éxito, refuerzos soldados directamente a caños bajo presión con altos niveles de tensión, pero, no obstante, la siguiente fórmula describe las presiones máximas recomendadas:

$$P = \frac{2.S (t - 2,4 \text{ mm}) (0,72)}{D}$$

Donde:

P = Presión interna en kg/cm<sup>2</sup>.

S = Tensión de fluencia mínima especificada en kg/cm<sup>2</sup>.

t = Espesor nominal de la pared de la cañería en mm.

D = Diámetro nominal del caño en mm.

#### SECCION 715 - LINEAS DE TRANSMISION. REPARACIONES PERMANENTES DE SOLDADURAS EN CAMPO

Toda soldadura inaceptable según lo determinado en la Sección 241 c) deberá ser reparada como sigue:

- a) Si es factible colocar el tramo de la línea de transmisión fuera de servicio, la soldadura deberá ser reparada de acuerdo con los requerimientos aplicables de la Sección 245.
- b) Una soldadura puede ser reparada de acuerdo con la Sección 245 mientras el tramo de la línea de transmisión está en servicio si:
- 1) la soldadura no tiene pérdida;
  - 2) la presión en el tramo es reducida de manera que no produzca una tensión que sea mayor que el 20% de la TFME del caño; y
  - 3) la limpieza del área defectuosa puede ser limitada para que por lo menos 3,2 mm quede como espesor remanente en la soldadura del caño.
- c) Una soldadura defectuosa que no pueda repararse de acuerdo con a) o b) de esta sección, deberá ser reparada por la instalación de medias cañas soldadas de circundación total, de diseño apropiado.

## MATERIAL DE GUIA

### MEDIA CAÑA REPARACION

Por Sección 715 c), ver Material de Guía de la Sección 713.

### SECCION 717 - LINEAS DE TRANSMISION. REPARACION PERMANENTE DE PERDIDAS EN CAMPO

- a) Excepto como está previsto en el párrafo b) de esta Sección, cada reparación permanente en campaña de una pérdida sobre una línea de transmisión, debe ser hecha como sigue:
- 1) Si es posible, el tramo de línea de transmisión debe ser sacado de servicio y reparado por el corte de una pieza cilíndrica del caño y reemplazada con otro caño de similar o mayor resistencia de diseño.
  - 2) Si no es posible sacar de servicio el tramo de la línea de transmisión, la reparación debe ser hecha instalando una media caña de circundación total partida por la mitad soldada, de diseño apropiado, a menos que la línea de transmisión:
    - i) esté unida por acoplamientos mecánicos, y
    - ii) opere a menos que el 40% de la TFME.
  - 3) Si la pérdida es debida a un foco de corrosión, la reparación podrá ser hecha por la instalación de una grapa abulonada diseñada apropiadamente. Si la pérdida es debida a un foco de corrosión la reparación podrá ser realizada por soldadura de filete de un parche de acero con esquinas redondeadas de igual o mayor espesor que el caño sobre la zona del foco, y de tamaño no mayor que la mitad del diámetro del caño.
- b) Cañerías sumergidas costa afuera y cañerías sumergidas en aguas navegables interiores, pueden ser reparadas por la aplicación sobre la pérdida de una media caña de circundación total, partida por la mitad y de diseño apropiado.

## MATERIAL DE GUIA

Ver 2 y 3 del Material de Guía en la Sección 713 para información referida a reemplazo y medias cañas para reparación.

### SECCION 719 - LINEAS DE TRANSMISION. PRUEBAS DE LAS REPARACIONES

- a) **Pruebas al caño reemplazante**
- 1) Si un tramo de línea de transmisión es reparado por corte y extracción de un cilindro de la porción dañada, el tramo reemplazante deberá ser probado a la presión requerida para una línea nueva instalada en igual trazado.
  - 2) La prueba del tramo reemplazante requerida por el párrafo anterior podrá ser realizada antes de ser instalado, pero todas las soldaduras circunferenciales a tope de campaña que no hayan sido sometidas a la prueba de resistencia, deberán ser ensayadas por método no destructivo, cumpliendo los requisitos de la Sección 243.

**b) Prueba de reparaciones realizadas por soldadura**

Toda reparación realizada por soldadura de acuerdo con las Secciones 713, 715 y 717, deberá ser controlada de acuerdo con la Sección 241.

**MATERIAL DE GUIA**

Cuando las soldaduras circunferenciales de unión no se someten a ensayos de resistencia, se realizarán ensayos no destructivos de acuerdo con la Sección 243.

**SECCION 721 - SISTEMA DE DISTRIBUCION. RECORRIDO DE INSPECCION**

- a) La frecuencia del recorrido de inspección de líneas principales será determinada por la severidad de las condiciones que pudieran causar roturas o pérdidas con el consiguiente peligro para la seguridad pública.
- b) Las cañerías principales instaladas en lugares o sobre estructuras donde sean previsibles movimientos físicos o cargas externas que pudieran causar roturas o pérdidas, deberán ser recorridas a intervalos que no excedan de 3 meses.

**MATERIAL DE GUIA**

**1. GENERALIDADES**

Se recorrerán las cañerías principales de distribución a fin de observar los factores que afectan la seguridad de la operación y posibilitan la corrección de condiciones potencialmente peligrosas. Además de la evidencia visual de las fugas, se habrá de considerar la observación e información de peligros potenciales tales como los siguientes:

- a) Excavación, nivelación, demolición u otras actividades de construcción que pudieran derivar en:
  - 1) daño del caño;
  - 2) pérdida de apoyo debido a asentamiento o movimiento del suelo alrededor del caño;
  - 3) socavación o daño a los soportes del caño;
  - 4) pérdida de tapada; o
  - 5) relleno excesivo.
- b) Deterioro físico de caños expuestos, luz de las cañerías y apoyos estructurales (tales como suspensión, pilotaje, intercepción de paredes, camisas y cimientos).
- c) Hundimiento de la tierra, desprendimiento, erosión del suelo, inundación, condiciones climáticas y otras causas naturales que pudieran provocar aplicación de cargas secundarias.
- d) Necesidad de identificaciones y marcaciones adicionales en líneas de distribución en servidumbres de paso y zonas rurales.

**2. PROGRAMA**

**2.1 Generalidades**

La recorrida del sistema se realizará junto con los análisis de fugas, inspecciones programadas y otras actividades de rutina.

## **2.2 Ubicaciones potencialmente peligrosas**

Las zonas o ubicaciones consideradas potencialmente peligrosas se recorrerán con la frecuencia que se considere necesario de acuerdo con la probable gravedad, duración y momento en que se produzca el peligro.

## **3. INFORMES**

Los informes indicarán las condiciones peligrosas observadas, las medidas correctivas adoptadas o recomendadas y la índole y localización de cualquier deficiencia.

## **SECCION 723 - SISTEMA DE DISTRIBUCION. RECONOCIMIENTO POR PERDIDAS Y PROCEDIMIENTOS**

- a) Todo responsable de un sistema de distribución deberá prever en su plan de operación y mantenimiento el reconocimiento periódico por pérdidas.
- b) El tipo y alcance del programa de control de pérdidas, deberá ser determinado por la naturaleza de las operaciones y las condiciones locales, pero deberá cumplir los requerimientos mínimos siguientes:
  - 1) A intervalos que no excedan de un año, dentro de distritos comerciales deberán realizarse inspecciones con detectores de gas que incluyan pruebas de la existencia de gas en la atmósfera en cámaras, sistemas eléctricos, telefónicos, cloacas, y aberturas de ingreso para sistemas de agua corriente, grietas de pavimento y veredas, y en otros lugares que ofrezcan oportunidad para el desenvolvimiento de pérdidas de gas.
  - 2) El reconocimiento de pérdidas en sistemas de distribución distintos al de las áreas comerciales principales, debe ser efectuado tan frecuentemente como fuera necesario, pero a intervalos que no excedan los 5 años.

## **MATERIAL DE GUIA**

### **1 FRECUENCIA**

#### **1.1 DISTRITOS COMERCIALES**

Los distritos comerciales son las principales zonas de negocios en una comunidad urbana. Al definir distritos comerciales se considerarán las siguientes áreas:

- a) Aquélla en la que el público general es regularmente congregado por motivos económicos, industriales, religiosos, educacionales, de sanidad o de recreación.
- b) La mayoría de los edificios en ambas aceras de la calle se utiliza para actividades comerciales, industriales, religiosas, educacionales, de salubridad o de recreación.
- c) Las instalaciones de gas están bajo pavimento continuo que se extiende desde la línea de centro de la vía pública, o desde la cañería principal, hasta la pared del edificio.
- d) Cualquier otra ubicación o sitio que a juicio del operador deba ser así designado.

#### **1.2 REQUERIMIENTOS MINIMOS**

La frecuencia mínima para la inspección de pérdidas está establecida en la Sección 723 b).

#### **1.3 INCREMENTO DE LA FRECUENCIA**

Se considerará incrementar la frecuencia de la inspección de pérdidas, en base a las circunstancias y

condiciones particulares. Los estudios serán dirigidos más frecuentemente a aquellas zonas con potencial de pérdidas más grande y donde se estima que las fugas podrían crear un riesgo. Entre los factores a ser considerados al establecer la frecuencia en la inspección de pérdidas, se incluyen los siguientes:

- a) Sistema de cañería: Antigüedad del caño, materiales, tipo de instalaciones, presión de operación, registros históricos de fugas y otros estudios.
- b) Corrosión: Zonas conocidas de corrosión significativa o áreas donde se sabe que existen ambientes corrosivos.
- c) Ubicación de cañerías: Proximidad con edificios u otras estructuras, tipo y uso de los edificios. Proximidad con áreas de concentración de personas.
- d) Condiciones ambientales y actividad de la construcción: Condiciones que podrían incrementar el potencial de pérdidas o que podrían provocar que el gas emigre a una zona donde crearía un riesgo (tales como condiciones climáticas, pavimento de pared a pared, condiciones porosas del suelo, zonas de alta actividad de la construcción, voladuras, equipo pesado de movimiento de tierra, tránsito intenso, suelo inestable o zonas sujetas a movimientos sísmicos).
- e) Otros: Cualquier otra condición conocida por el operador que tenga significativo potencial para iniciar una pérdida o permitir que el gas que se fugue emigre a una zona donde conduciría a una situación peligrosa (tales como terremoto, hundimiento, inundación o incremento de la presión operativa).

#### **1.4 INSPECCIONES ESPECIALES POR UNICA VEZ**

Deberá considerarse la realización de inspecciones especiales por única vez a continuación de la exposición del gasoducto a tensiones inusuales (tales como terremotos o voladuras).

#### **1.5 DETERMINACION Y REVISION DE LA FRECUENCIA DE INSPECCION**

Las frecuencias de inspección de pérdidas estarán basadas en la experiencia operativa, el buen criterio y en un conocimiento del sistema. Una vez establecidas las frecuencias, serán revisadas periódicamente para confirmar que siguen siendo apropiadas.

## **2. PAUTAS PARA EL CONTROL DE PERDIDAS DE GAS**

Ver Apéndice del Material de Guía G-11 (para Sistemas de Gas Natural) y Apéndice de Material de Guía G-11 A (para Sistemas de Gas de Petróleo).

### **SECCION 725 - REQUERIMIENTOS DE PRUEBA PARA REHABILITAR LINEAS DE SERVICIO**

- a) Toda línea de servicio desconectada deberá ser probada como una línea de servicio nueva antes de ser rehabilitada, excepto lo previsto en el párrafo b) de esta Sección.
- b) Todo servicio temporariamente desconectado de la línea principal durante más de 180 días, deberá ser probado desde el punto de desconexión hasta la válvula del servicio, como si fuera nuevo, antes de su reconexión. Sin embargo, si se adoptaron provisiones para mantener la continuidad del suministro, tales como instalar una línea en paralelo ("by-pass"), la parte de la línea original utilizada para mantener el suministro no necesitará ser probada.

### **MATERIAL DE GUIA**

No requiere material de guía.

## SECCION 727 - ABANDONO O INACTIVADO DE INSTALACIONES

- a) Todo operador deberá tener en cuenta el abandono o. inactivado de instalaciones en sus planes de operación y mantenimiento, incluyendo el cumplimiento de los requerimientos de esta Sección.
- b) Toda cañería abandonada en el lugar debe ser desconectada de todas las fuentes y suministros de gas; purgada de gas; en el caso de cañerías costa afuera, llenada con agua o materiales inertes; y sellada en los extremos. Sin embargo, la línea no necesitará ser purgada cuando el volumen de gas sea tan pequeño que no exista peligro potencial alguno.
- c) Excepto para líneas de servicio, toda cañería abandonada. o inactiva que no es mantenida de acuerdo con esta norma, debe ser desconectada de todas las fuentes y suministros de gas; purgada de gas; en el caso de cañerías costa afuera, llenada con agua o materiales inertes; y sellada en sus extremos. Sin embargo, la línea no necesitará ser purgada cuando el volumen de gas sea tan pequeño que no exista peligro potencial alguno.
- d) Siempre que se interrumpa un servicio a un cliente, deberá cumplirse una de las siguientes indicaciones:
  - 1) la válvula que bloquea el flujo de gas hacia el cliente deberá ser provista con un dispositivo de traba o diseñada para evitar su operación por personas no autorizadas.
  - 2) Tener un dispositivo mecánico o accesorio que impida el flujo de gas hacia la línea de servicio o al conjunto medidor.
  - 3) La cañería de gas del cliente deberá desconectarse físicamente de la fuente de suministro y los extremos abiertos serán sellados.
- e) Si se utiliza aire para el purgado, el operador deberá asegurarse que no quede mezcla explosiva después del mismo.
- f) Toda cámara abandonada deberá rellenarse con un material compactado adecuadamente.

### MATERIAL DE GUIA

Se recomiendan los siguientes procedimientos generales, que deberán aplicarse donde sea pertinente. Ver el Apéndice G-12 del Material de Guía para un cierre programado en conjunto con abandono y desactivación.

#### 1. ABANDONO DE GASODUCTOS Y CAÑERIAS PRINCIPALES DE DISTRIBUCION

##### 1.1 Control previo al abandono

Se deberá revisar la documentación de archivo y efectuar las pruebas de campo necesarias para asegurar que los gasoductos o líneas inventariadas para ser abandonadas estén desconectadas de toda fuente y suministro de gas (tales como otro gasoducto, línea principal, cañería de cruce, estaciones de medición, cañería del cliente, líneas de control u otras).

##### 1.2 Gas residual o hidrocarburos

No deberá completarse el abandono hasta que no se determine que el volumen de gas natural o de hidrocarburos líquidos contenidos en la sección abandonada no plantee un riesgo potencial. Generalmente es aconsejable purgar las cañerías de 200 mm (8") y mayores, y los tramos largos de cañería de diámetro menor.

##### 1.3 Purgado

Los gasoductos y líneas principales se purgarán utilizando aire, gas inerte o agua. Si se emplea aire como agente de purga se deberán tomar los recaudos para asegurar que no haya presencia de hidrocarburos líquidos. Ver Sección 629 y el Manual "Purging Principles and Practice" de la American Gas Association, sobre el purgado de gas natural e hidrocarburos líquidos.

#### **1.4 Sellado**

Entre los métodos aceptables de sellado de gasoductos o aberturas principales están comprendidos, según sean como aplicables, los siguientes:

- a) Utilizando cierres normales de extremos (tales como casquetes soldados o roscados, tapones roscados, bridas ciegas, casquetes y tapones con junta mecánica).
- b) Soldando chapa de acero en los extremos del caño.
- c) Llenando los extremos con un material de obturación adecuado.
- d) Cerrando los extremos por aplastamiento.

#### **1.5 Consideraciones adicionales para purgado y sellado**

- a) Llenado del tramo abandonado con agua o con un gas inerte para evitar el riesgo potencial de combustión.
- b) Otra acción ideada para evitar peligrosos hundimientos provocados por colapso del caño causado por corrosión o carga externa.

#### **1.6 Seccionado de los tramos abandonados**

Todas las válvulas que se dejen en los tramos abandonados deberán cerrarse. Si el segmento es largo y existen pocas válvulas de línea, se tomará en consideración taponar el mismo a intervalos.

#### **1.7 Remoción de instalaciones aéreas y relleno de huecos**

Todas las válvulas sobre nivel, prolongaciones, cámaras y cajas de cobertura de válvulas deberán ser removidos. Las cámaras y las cajas para válvulas vacías se rellenarán con un material compactado adecuado.

### **2. ABANDONO DE LINEAS DE SERVICIO DE DISTRIBUCION EN CONJUNTO CON EL ABANDONO DE LINEAS PRINCIPALES**

#### **2.1 Válvulas de servicio y cajas de vereda**

Todas las válvulas de servicio serán cerradas. La sección superior de las cajas ubicadas en zonas de tierra deberá quitarse y el hueco se rellenará con material compactado adecuado. Si las cajas están fijadas en concreto o asfalto, serán rellenadas con material compactado adecuado hasta una altura conveniente y se completará el relleno con el material apropiado.

#### **2.2 Prolongaciones para medidores y colectores**

Las prolongaciones para medidores y los colectores serán desmantelados y removidos de las casas.

#### **2.3 Cañerías de servicio enterradas que atraviesan cimientos de paredes**

Donde una línea de servicio ingresa enterrada a través de un cimiento de pared sobre línea municipal, el extremo de la línea de servicio será obturado y se instalará un casquete lo más cerca de la superficie de la pared que sea práctico.

No es necesario remover el caño de la pared a menos que así se requiera por circunstancias particulares.

#### **2.4 Instalación exterior de medidor y entradas sobre nivel**

Las cañerías de servicio que terminen en una instalación exterior de medidor o en una entrada sobre nivel serán cortadas a una profundidad conveniente y obturadas.

### **3. ABANDONO DE LINEAS DE SERVICIO DE LINEAS PRINCIPALES EN OPERACION**

#### **3.1 Desconexión**

Las cañerías de servicio que se abandonen y que provengan de líneas principales en funcionamiento, serán desconectadas lo más cerca posible de estas últimas.

#### **3.2 Sellado**

El extremo del tramo abandonado de la cañería de servicio más cercano a la línea principal, se obturará mediante una placa, casquete, tapón, aplastado o se sellará de otra forma eficaz.

#### **3.3 Otras acciones**

El resto de la cañería de servicio será abandonado como se recomendó en el punto 2 precedente.

### **4. CAÑERIAS FUERA DE SERVICIO**

Todo operador deberá incluir disposiciones en su Plan de Mantenimiento y Operación para proseguir con el mantenimiento de las cañerías inactivas.

## **SECCION 729 - ESTACIONES COMPRESORAS. PROCEDIMIENTOS PARA UNIDADES COMPRESORAS DE GAS**

Todo operador deberá establecer por escrito procedimientos de arranque, operación y parada para unidades compresoras de gas.

### **MATERIAL DE GUIA**

Los procedimientos de arranque, operación y parada de unidades compresoras de gas serán por escrito y deberán ser desarrollados a partir de la experiencia operativa, del empleo directo del manual de instrucciones del fabricante, o de la combinación de ambos.

Ver la norma GE-N1-126 que fija pautas para diseño, operación y mantenimiento de plantas compresoras.

## **SECCION 731 - PLANTAS COMPRESORAS. INSPECCION Y PRUEBAS DE DISPOSITIVOS DE ALIVIO**

- a) Excepto para discos de ruptura, todo dispositivo de alivio de presión en una estación compresora deberá ser inspeccionado y probado de acuerdo con las Secciones 739 y 743, y deberá ser periódicamente operado para asegurarse que actúa a la presión a que ha sido calibrado.
- b) Cualquier equipo hallado defectuoso o inadecuado deberá ser rápidamente reparado o reemplazado.
- c) Todo dispositivo de control remoto para parada, deberá ser inspeccionado y probado a intervalos que no excedan de 1 año, a fin de determinar que se halla en correctas condiciones.

### **MATERIAL DE GUIA**

No requiere Material de Guía.

### **SECCION 733 - PLANTAS COMPRESORAS. AISLACION DE EQUIPOS PARA MANTENIMIENTO O MODIFICACIONES**

Todo operador deberá establecer procedimientos para mantenimiento de plantas compresoras, incluyendo disposiciones para independizar equipos o secciones de cañerías y para su purgado antes de retornarlos al servicio.

#### **MATERIAL DE GUIA**

Durante las actividades de mantenimiento manual, deberá considerarse y aplicarse lo siguiente donde fuera apropiado.

- a) Deberán tomarse precauciones para evitar la entrada de gas a los cilindros compresores de una máquina alternativa o a un compresor en el caso de compresores centrífugos, mientras se realizan trabajos sobre la unidad. Estas previsiones incluirán la desactivación de los operadores de válvulas.
- b) Deberán tomarse precauciones para evitar la entrada de gas a los cilindros de potencia de un motor alternativo o a los portaquemadores de una turbina a gas, mientras avanza el trabajo en la unidad o en el equipo conducido por la unidad.
- c) Deberán tomarse precauciones para evitar que el aire de arranque entre a los cilindros de potencia de un motor alternativo y para evitar que el aire o el gas para puesta en marcha ingrese a cualquier dispositivo de arranque sobre un motor o turbina mientras se trabaja sobre la unidad o el equipo conducido por la unidad.

La turbina de puesta en marcha de un motor alternativo debe ser ubicada en una posición estacionaria cuando fuera posible.

- d) Los métodos recomendados para aislar las unidades de las fuentes de gas o aire para la puesta en marcha, incluyen la instalación de bridas ciegas, la remoción de tramos de la cañería de alimentación, o trabando la válvula cerrada y trabando el venteo abierto aguas abajo. Si un venteo común es utilizado aguas abajo, deben tomarse precauciones para prevenir retornos de otras unidades.
- e) Deben tomarse precauciones para evitar que los circuitos eléctricos de alimentación de un motor o motor de puesta marcha de una unidad compresora, sean energizados mientras el trabajo progresa sobre la unidad o sobre el equipo conducido por la unidad.
- f) Ver Material de Guía ítem 2.1 en la Sección 147.
- g) Deben tomarse precauciones al retomar el equipo al servicio de una manera ordenada y para evitar el venteo descontrolado de gas en la atmósfera, o sobrepresiones en piezas del equipo o tramos de caños aislados o purgados.

### **SECCION 735 - PLANTAS COMPRESORAS. ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS COMBUSTIBLES**

- a) Todo producto o material inflamable o combustible, en cantidades superiores a las requeridas para el uso diario, u otros normalmente no utilizados en el edificio de compresores, deberán ser almacenados a distancia de seguridad del edificio de compresores.
- b) Los tanques de almacenamiento para aceite o nafta instalados sobre el terreno, deberán ser protegidos de acuerdo con la norma nº 30 de la Asociación Nacional para Protección contra Incendios de EE.UU., NFPA N° 30.

## **MATERIAL DE GUIA**

Ver distancias de seguridad en el Capítulo II de la Norma GE-N1 -126, "Seguridad en Plantas Compresoras de Gas Natural"

### **SECCION 737 - RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO TIPO CAÑO Y TIPO BOTELLA. PLAN DE INSPECCION Y PRUEBA**

Todo operador que tenga un recipiente de almacenamiento tipo caño o tipo botella, deberá establecer un plan para la sistemática inspección y prueba de rutina de estas instalaciones, incluyendo lo siguiente:

- a) deberá realizar controles para detectar corrosión externa antes de que se vea afectada la resistencia del recipiente;
- b) deberá realizar muestreos y ensayos periódicos del gas almacenado para determinar el punto de rocío de los vapores contenidos en el mismo, ya que si llegaran a condensar, podrían causar corrosión interna o interferir con la operación segura de la planta de almacenamiento;
- c) deberá inspeccionar y probar periódicamente los equipos de control de presión y limitadores de presión, para comprobar que se hallan en buenas condiciones de operación y tienen la capacidad adecuada.

## **MATERIAL DE GUIA**

No es necesario Material de Guía.

### **SECCION 739 - PLANTAS DE LIMITACION Y DE REGULACION DE PRESION. INSPECCION Y PRUEBAS**

Toda planta limitadora de presión, dispositivo de alivio (excepto discos de ruptura) y planta de regulación de presión y sus equipos, deberán estar sujetos a inspecciones y pruebas a intervalos que no excedan de 1 año, para determinar que:

- a) se hallan en buenas condiciones mecánicas;
- b) son adecuados en capacidad y confiabilidad de operación para el servicio al cual están afectados;
- c) están calibrados para actuar a la presión correcta; y
- d) se hallan instalados adecuadamente y protegidos contra el polvo, líquidos u otras condiciones que podrían afectar la operación correcta.

## **MATERIAL DE GUIA**

### **1. INSPECCION VISUAL**

Para determinar la existencia de, condiciones satisfactorias que permitan la correcta operación del equipo deberán realizarse inspecciones visuales. Tales inspecciones deben incluir los siguientes puntos donde sea necesario, sin limitarse necesariamente a ellos:

- a) Condición general para los sistemas de apoyo de la cañería de la estación, fosas y cámaras e indicaciones de hundimiento del suelo (antes de entrar a una cámara que tenga aberturas restringidas - tales como entradas de hombre - o tenga profundidades mayores que 1,20 m, y durante el trabajo dentro de ella, deben realizarse ensayos de su atmósfera. Ver Material de Guía en la Sección 749

para procedimientos de ensayos atmosféricos).

- b) Puertas y portones de estaciones y tapas de fosas y cámaras, para asegurarse de que funcionan correctamente, que el acceso es adecuado y que está libre de obstáculos.
- c) Equipos de ventilación instalados en cámaras o en edificios de estaciones, para constatar su correcta operación y controlar la acumulación de agua, hielo, nieve u otras obstrucciones.
- d) Líneas de control, sensoras y de suministro, por condiciones en las cuales pudieron resultar con averías.
- e) Todos los dispositivos de cerraduras que operen correctamente.
- f) Esquemas informativos de la estación, para corrección.

## **2. VALVULAS DE BLOQUEO**

Debe realizarse una inspección y/o un ensayo de las válvulas de bloqueo a fin de determinar que están en su posición correcta y que operarán debidamente (deben tomarse precauciones para evitar efectos indeseables sobre las presiones durante los trabajos de comprobación). Tal inspección debe incluir los siguientes puntos sin limitarse necesariamente a ellos:

- a) Válvulas de entrada, salida y de "by-pass" de la estación.
- b) Válvulas aislantes de los dispositivos de alivio.
- c) Válvulas de líneas de control, instrumentación y alimentación.

## **3. REGULADORES DE PRESION**

### **3.1 Condiciones generales de operación**

Se deberá inspeccionar y/o probar todo regulador que se utilice para reducir o limitar presión. El procedimiento deberá asegurar que cada regulador esté en buen estado de funcionamiento, controlando la presión fijada, operando suavemente y cerrando dentro de los límites esperados y aceptados. Si durante la prueba de funcionamiento no se logra una aceptable prestación, se deberá determinar la causa del desperfecto y ajustar, reparar o reemplazar, según corresponda, los componentes apropiados. Después de reparado, se deberá controlar el correcto funcionamiento del regulador.

### **3.2 Condiciones especiales**

- a) El cuerpo de los reguladores que estén sujetos a servicio en condiciones erosivas, puede requerir una inspección visual de su interior.
- b) Se pueden requerir inspecciones adicionales o más frecuentes con motivo de efectuarse obras o ensayos hidrostáticos corriente arriba.
- c) Se pueden requerir inspecciones adicionales o más frecuentes, con motivo de producirse cambios anormales en las condiciones operativas, caudales inusuales o velocidades de circulación no habituales.
- d) Siempre que se haya sometido a los dispositivos de caudal o presión, a presiones no habituales, se deberá investigar el incidente y determinar la necesidad de efectuar una inspección y/o reparaciones.

## **4. DISPOSITIVOS DE ALIVIO**

- a) La inspección y/o prueba deberá asegurar:

- 1) La correcta fijación de la presión en los dispositivos de alivio (ver 4b), para el control de la

- correcta fijación de la presión).
- 2) El nivel correcto de líquido en los sellos hidráulicos.
  - 3) Que las chimeneas estén libres de obstrucciones.
  - 4) Para la prueba o revisión y cálculo de la capacidad requerida por los dispositivos de alivio, ver Sección 743.
- b) Para la correcta regulación de la presión de actuación de las válvulas de alivio pueden emplearse uno de los métodos enumerados más abajo. las conexiones para la prueba incluirán un manómetro o balanza de peso muerto colocado de forma tal que la presión a la cual la válvula se vuelve operativa, pueda ser leída y registrada.
- 1) Puede incrementarse la presión en el tramo hasta que accione la válvula. Durante la prueba se tendrá cuidado en asegurar que la presión en el tramo protegido por el dispositivo de alivio no exceda el límite especificado en la Sección 201.
  - 2) Se puede adicionar al piloto o línea de control, presión proveniente de una fuente secundaria, hasta que accione el dispositivo.
  - 3) El dispositivo puede transportarse a un taller para probarlo y luego reintegrarlo al servicio. Cuando el elemento está siendo probado en el taller, o bien si resultó inoperable, se mantendrá una adecuada protección de sobrepresión de los tramos afectados, durante el período en que el dispositivo esté fuera de servicio.

## **5. INSPECCION FINAL**

El procedimiento de inspección final deberá incluir lo siguiente:

- a) Un control de la correcta posición de todas las válvulas. Se deberá poner especial atención en las válvulas de "by-pass" de la planta, en las válvulas de aislamiento de los dispositivos de alivio, y en las de las líneas sensoras, de control y de suministro.
- b) Restauración de la posición correcta de todos los dispositivos de traba y seguridad.

## **SECCION 741 - PLANTAS DE LIMITACION Y REGULACION DE PRESION. TELEMEDICION O REGISTRADORES DE PRESION**

- a) Toda red de distribución abastecida por más de una planta de regulación, deberá ser equipada con manómetros, medidores, registradores o telemetría que indique la presión del gas en la red.
- b) En redes de distribución abastecidas por una sola planta de regulación de presión, el operador deberá determinar la necesidad de la instalación de manómetros registradores o de telemetría, tomando en consideración el número de usuarios abastecidos, las presiones de operación, la capacidad de la instalación, y otras condiciones de operación.
- c) Si los registros indicaran alguna anomalía, alta o baja presión, deberán inspeccionarse el regulador y los equipos auxiliares, tomándose las medidas necesarias para corregir cualquier condición de operación no satisfactoria.

## MATERIAL DE GUIA

### MANTENIMIENTO DE LOS TELEMEDIDORES E INDICADORES REGISTRADORES DE PRESION Y SUS REGISTROS

#### 1. Operación, ensayo y mantenimiento de instrumentos

Todos los instrumentos utilizados para telemedición o registro de presiones deben ser operados de acuerdo con las instrucciones recomendadas por el fabricante. Todos los instrumentos utilizados para telemedición o registro de presiones deben ser inspeccionados y probados de acuerdo con las instrucciones del fabricante a intervalos que no excedan de un año.

#### 1.2. Revisión de los gráficos registradores

Cada operador debe revisar los registros de lecturas de presiones ya sea en el momento de la inspección o poco después del cambio de la carta de registro del manómetro registrador. Cada operador debe revisar los registros de lecturas para constatar:

- a) Cualquier indicación de condiciones anormales de operación, por ejemplo: alta o baja presión.
- b) La correcta operación del instrumental del registrador.
- c) La correcta operación de los dispositivos reguladores de presión.

#### 1.3. Identificación de los gráficos registradores de presión

El operador debe indicar en cada gráfico de registro de presiones la siguiente información:

- a) Nombre del operador.
- b) Ubicación de la estación medidora-registradora de presión, nombre y/o número de la misma.
- c) Fecha y hora de las lecturas de presión registradas.
- d) Cualquier ensayo llevado a cabo sobre el manómetro durante el período registrado.

#### 1.4. Retención de los registros de presión

El operador debe archivar todos los registros, mostrando las lecturas de presiones registradas de acuerdo con las reglamentaciones vigentes sobre el archivo de documentación.

### 2. SISTEMAS DE DISTRIBUCION ALIMENTADOS POR MAS DE UNA ESTACION REGULADORA DE PRESION

#### 2.1. Telemedidores o registradores de presión

Todo operador debe instalar y mantener telemedición de presión o instrumentos registradores de presión en algunos puntos del sistema. La ubicación del manómetro depende del diseño del sistema y en consecuencia debe instalarse en el lugar que mejor refleje cualquier condición anormal de operación.

#### 2.2. Registradores de presión provisorios en puntos de baja presión

Todo operador debe considerar la instalación de manómetros registradores provisorios en diversas ubicaciones dentro del sistema de distribución en los puntos en que se sospeche la existencia de baja presión. Los datos compilados o derivados de estos manómetros ayudarán al operador para determinar la adecuación del diseño del sistema. Estos manómetros deben permanecer instalados hasta que la condición sospechada haya sido:

- a) demostrada satisfactoriamente.
- b) corregida.

### **2.3. Registradores o teledidores de presión adicionales**

Si el sistema es tal que los manómetros instalados no pueden indicar adecuadamente la presión en el distrito, el operador debe considerar la instalación de teledidores o manómetros adicionales, en puntos elegidos, para ayudar a mantener las presiones máximas y mínimas admisibles de operación, de acuerdo con lo requerido en la norma.

## **3. SISTEMAS DE DISTRIBUCION ALIMENTADOS POR UNA ESTACION REGULADORA DE PRESION**

### **3.1. Telemetría como medio de advertencia de avanzada**

La telemetría de la presión o el caudal puede utilizarse como un medio de advertencia de avanzada para descubrir fallas o mal función del sistema. Los siguientes parámetros deben considerarse para determinar si un sistema de telemetría es factible y práctico.

- a) Respuesta a tiempo del personal de operación a la señal de la fuente telemetrada.
- b) La magnitud de la caída de presión o el incremento del caudal, lo que indica una falla del sistema.
- c) Diseño de límites del sistema de telemetría para responder adecuadamente según el criterio establecido en b).
- d) Reconocimiento de posibles fallas de las cuales la telemetría no informará.
- e) Cambios estacionales en los requerimientos de presión o caudal que pueden requerir un recalificado de los límites de alarma.
- f) Ubicación de alarmas telemetradas a un centro operativo que funciona las 24 horas al día y que tiene la capacidad de alertar al personal operativo necesario.
- g) La complejidad del sistema telemétrico a ser instalado. El sistema podría variar desde una simple señal de alarma por alta/baja presión a un sistema más sofisticado que transmite señales a un computador.

Sobre la base de los factores precedentes debe:

- (1) determinarse si la telemetría es factible; y si lo es,
- (2) determinar si es práctica en relación a su costo, a la probabilidad de fallas en la cañería, a la proximidad de los centros operativos, y al análisis de riesgo y seguridad del sistema.

### **3.2. Control de las operaciones de un sistema de distribución de alimentación simple**

Aunque el número de puntos de fuentes para controlar un sistema de distribución de alimentación simple puede ser menor que para un sistema de distribución alimentado por más de una estación de regulación de presión, debe tenerse en cuenta el material de guía en 2.1, 2.2. y 2.3.

## **4. CONDICIONES DE OPERACION ANORMALES (Sección 741 c)**

Si es indicada una condición de operación anormal, el operador deberá:

- a) Investigar y determinar si el equipo de regulación de presión y de control auxiliar está en condiciones de operación satisfactoria. Cualquier condición insatisfactoria debe ser encontrada, por inspección o ensayo, debiendo ser inmediatamente corregida.
- b) Investigar y determinar si el dispositivo registrador de presión está en condición adecuada de operación. Si se encuentra alguna condición insatisfactoria, por inspección o ensayo, debe ser corregida tan rápido como se pueda.

- c) investigar el sistema de distribución en la vecindad de una condición de alta presión o baja presión.

### **SECCION 743 - PLANTAS DE LIMITACION Y DE REGULACION DE PRESION. PRUEBA DE DISPOSITIVOS DE ALIVIO**

- a) Si es factible, deberán probarse los dispositivos de alivio de presión (excepto disco de rotura) en el lugar, y a intervalos que no excedan de 1 año, para determinar que tienen suficiente capacidad para limitar la presión al máximo deseado, en las instalaciones en que estén conectados.
- b) Si no es factible una prueba, deberá realizarse la revisión y cálculo de la capacidad requerida del dispositivo en cada planta, a intervalos que no excedan de 1 año, y compararlas con la capacidad de alivio del dispositivo, determinada por cálculo o experimentalmente para las condiciones de operación bajo las cuales trabaja.
- c) Si el dispositivo de alivio es de capacidad insuficiente, deberá reemplazarse o agregarse otro que provea la capacidad suplementaria requerida.

### **MATERIAL DE GUIA**

#### **1. FACTIBILIDAD DE REALIZACION DE ENSAYO DE CAPACIDAD IN SITU**

Para determinar la factibilidad de la realización del ensayo de las válvulas de alivio de presión en el lugar, se considerará lo siguiente:

- a) Disponibilidad de los medios para la prueba y el equipo para llevarla a cabo.
- b) El efecto del ensayo sobre la continuidad del servicio y los demás componentes del sistema.
- c) El efecto que el venteo de gas pueda tener sobre el medio ambiente, debido al ruido, la polución del aire y la potencial generación de una situación peligrosa.
- d) La necesidad de preservar la energía.
- e) Leyes gubernamentales.

#### **2. PRUEBA EN EL LUGAR**

##### **2.1. Determinación del caudal real**

La capacidad del sistema de válvula de alivio puede determinarse por medición directa bajo condiciones de caudal pleno o por determinación de un coeficiente para calcular la capacidad total basado en pruebas a caudal limitado. Como referencias útiles para llevar a cabo los ensayos apropiados se incluyen las siguientes:

- a) UG-131 de la Sección VIII del ASME Boiler and Pressure Vessel Code.
- b) API RP 525.

##### **2.2. Demostración de la capacidad adecuada**

- a) Se puede realizar una prueba simulando las condiciones de volumen de suministro y presión máximos para la fuente de control de presión del tramo protegido y las condiciones de caudal mínimo en el lado de descarga de la fuente. Bajo estas condiciones la fuente de control de presión deberá estar completamente abierta. Se determinará que la capacidad es apropiada si el elemento de alivio evita que la presión corriente abajo exceda el valor permitido en la Sección 201.

- b) Mientras se efectúe esta prueba se pondrá cuidado en mantener la continuidad del servicio y evitar la sobrepresurización de cualquier componente del sistema.

### **3. DETERMINACION DE LA CAPACIDAD EN AUSENCIA DE ENSAYOS**

#### **3.1. Determinación de la capacidad de alivio requerida**

- a) Se deberá determinar el posible caudal máximo que circula por la fuente que alimenta el sistema que se está protegiendo.
  - 1) Cuando la fuente está controlada por el operador, se pueden usar fórmulas reconocidas de ingeniería para efectuar los cálculos basándose en datos publicados por u obtenidos a través del fabricante del equipo empleado como fuente de presión o como componente del control de presión.
    - i) Una capacidad menor que la calculada anteriormente es aceptable si los cálculos de caudal en la cañería de entrada o salida del equipo demuestran que el caudal máximo es menor.
    - ii) Los datos utilizados en estos cómputos serán elegidos de forma tal que la capacidad calculada represente el caudal máximo en las operaciones reales, incluyendo emergencias. La demanda mínima puede ser considerada.
  - 2) Cuando el operador no posee control sobre la fuente, se deberá obtener la información para determinar adecuadamente el caudal y la capacidad de presión máximos de dicha fuente. Esta información puede utilizarse entonces como fundamento de las exigencias de capacidad de alivio.
- b) Cuando más de una estación de regulación de presión o de compresión alimentan un gasoducto, la capacidad de alivio será la apropiada para tener en cuenta una falla total del regulador o del compresor de mayor capacidad. El operador deberá considerar las fallas subsiguientes que pudieran ocurrir a raíz del desperfecto inicial.

#### **3.2. Determinación de la capacidad de dispositivo de alivio**

Ver punto 2 del Material de Guía correspondiente a la Sección 201.

### **4. VERIFICACION**

Siempre que haya cambios en el sistema que podrían incrementar el suministro de gas de una fuente, la capacidad del elemento de control, o la habilidad del dispositivo de alivio para manejar el caudal requerido, se deberá efectuar una nueva determinación.

### **SECCION 745 - MANTENIMIENTO DE VALVULAS. LINEA DE TRANSMISION**

Toda válvula de línea de transmisión cuyo uso podría ser necesario para la seguridad de la operación o durante una emergencia, deberá ser inspeccionada, operada parcialmente y mantenida, a intervalos que no excedan de un (1) año.

#### **MATERIAL DE GUIA**

- a) Cada operador revisará las recomendaciones del fabricante de la válvula y desarrollará un programa de mantenimiento apropiado.
- b) Las válvulas serán accionadas en el grado necesario a fin de establecer operabilidad durante una emergencia. Cuando se accione la válvula se tomarán las precauciones necesarias para evitar una merma en el servicio o la sobrepresurización del sistema.

- c) Cuando se haya completado el mantenimiento el operador deberá verificar que las válvulas estén en la posición correcta.

#### **SECCION 747 - MANTENIMIENTO DE VALVULAS. SISTEMAS DE DISTRIBUCION**

Toda válvula, cuyo uso podría ser necesario para la seguridad de la operación durante una emergencia de un sistema de distribución, deberá ser controlada y operada a intervalos que no excedan de un año.

##### **MATERIAL DE GUIA**

Debe controlarse la adecuada lubricación de las válvulas y su correcta alineación para permitir el uso de llaves comunes o palancas.

La caja o la cámara de la válvula debe estar libre de escombros o desechos que pudieran interferir o retardar la operación de la misma.

Ver la Sección 181 para información adicional sobre selección de válvulas necesarias para la operación segura de un sistema de distribución.

#### **SECCION 749 - MANTENIMIENTO DE CAMARAS**

- a) Toda cámara que aloje equipos de regulación y de limitación de presión, deberá ser inspeccionada a intervalos que no excedan de un (1) año, para controlar sus condiciones físicas y verificar su adecuada ventilación.
- b) Si llegara a detectarse gas en la cámara, se efectuará una revisión completa de los equipos y cualquier fuga deberá ser reparada.
- c) Los equipos de ventilación deberán también ser inspeccionados a fin de comprobar su adecuado funcionamiento.
- d) Toda tapa de cámara deberá ser inspeccionada para asegurar que no ofrece peligro a la seguridad pública.

##### **MATERIAL DE GUIA**

#### **PRACTICAS DE SEGURIDAD EN CAMARAS**

##### **1. APLICACION**

Los siguientes procedimientos no son aplicables, salvo en raras ocasiones, a cámaras con tapa de apertura total y de profundidades no mayores de 1,20 m. En cambio sí se aplican a cámaras con aberturas estrechas, tales como agujeros de hombre o de una profundidad mayor de 1,20 m.

##### **2. ATMOSFERA PELIGROSA**

Dentro de tales recintos puede existir una atmósfera peligrosa debido a pérdidas del fluido dentro de la cámara misma, infiltración desde la parte exterior de la cámara, de gas natural, nitrógeno, otros gases, gasolina u otros vapores, emanaciones o humos. Deben desarrollarse procedimientos para probar la atmósfera antes de entrar y durante el trabajo en la cámara y para tomar las medidas de seguridad adecuadas.

### 3. DESARROLLO DE PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD

Se deberán desarrollar procedimientos para tomar las medidas de seguridad apropiadas y que deberán incluir lo siguiente:

#### 3.1. Procedimientos previos a la entrada

- a) Los escapes de los motores deben mantenerse alejados de la abertura de la cámara.
- b) Debe alejarse del área toda fuente posible de inflamación tales como llamas abiertas, sopletes, cigarrillos, sin limitarse a estos, excepto lo que se requiera en la ejecución del trabajo y de acuerdo con la Sección 751.
- c) Debe estar disponible en la zona un adecuado número de equipos, tales como extinguidores de incendio químico del tipo seco, aparatos de respiración, cinturones de seguridad, etc.
- d) Deben utilizarse tipos aprobados de linternas, lámparas portátiles, artefactos de iluminación o extensiones.
- e) Antes de retirar la tapa de la cámara se debe realizar un ensayo para detectar la presencia de gas combustible y/o la deficiencia de oxígeno en la atmósfera de la cámara, a una profundidad de 0,30 m por debajo de la cubierta. El primer ensayo debe realizarse empleando los agujeros de ventilación, de reconocimiento, o levantando ligeramente el borde de la tapa para introducir la sonda de prueba. En los agujeros de hombre con doble tapa es necesario quitar primero la tapa exterior y luego levantar parcialmente la interior para realizar la prueba.
- f) Inmediatamente después de quitar la tapa deben realizarse ensayos a los diversos niveles a que puede accederse desde la superficie, tanto para determinar la falta de oxígeno como la existencia de gases peligrosos.
- g) Los resultados de los ensayos realizados de acuerdo con los puntos e) y f) deben determinar los procedimientos a seguir.
  - 1) Combustibles a 60% L.E.L. (3,0 % de gas natural en aire) o menos: se puede ingresar a la cámara sin aparatos respiradores después de establecer mediante ensayos que existe un nivel de oxígeno seguro, o mantenimiento continuamente la ventilación forzada. La ventilación por circulación de aire a presión es decididamente superior a la circulación de aire por succión.
  - 2) Combustibles que exceden el 60% L.E.L.: no se puede ingresar a la cámara a menos que la ventilación mantenga el nivel de combustible debajo del 60% L.E.L. y exista un nivel de oxígeno seguro.

En el caso de que la cámara no pueda ser adecuadamente ventilada y la instalación no pueda ser retirada de servicio para efectuar las reparaciones necesarias, se puede ingresar a ella mediante el uso de aparatos respiradores adecuados y cinturones de seguridad.

#### 3.2. Entrada a la cámara y trabajo en ella

- a) Para entrar a la cámara o salir de ella, deben usarse escaleras.
- b) Al entrar a una cámara los empleados deben inspeccionar y/o realizar ensayos
- c) En todos los casos, cuando los hombres entran a una cámara, uno por lo menos debe quedar en la superficie. Este no debe, en circunstancias corrientes, abandonar el lugar de trabajo. En el caso de que el o los empleados necesiten aparatos respiradores y cinturones de seguridad, por lo menos DOS hombres deben permanecer en la superficie, uno de ellos en una posición tal que pueda observar la actividad dentro de la cámara en todo momento.
- d) En todos los casos, cuando los operarios ingresan a un cámara, la atmósfera debe volver a ser

ensayada a fin de detectar la presencia de gases combustibles y/o deficiencias de oxígeno, a intervalos no mayores de una hora o, de lo contrario, se debe utilizar instrumental de control continuo.

- e) Deben usarse únicamente linternas y/o lámparas portátiles o equipos de iluminación aprobados. Las conexiones y desconexiones eléctricas, deben realizarse fuera de la cámara.

## **SECCION 751 - PREVENCIÓN DE IGNICIÓN ACCIDENTAL**

Todo operador deberá tomar medidas para reducir al mínimo el riesgo de ignición accidental de gas en cualquier construcción o zona donde la presencia del fluido constituya un peligro de incendio o explosión, incluyendo lo siguiente:

- a) cuando se ventee a cielo abierto una cantidad peligrosa de gas, toda fuente potencial de ignición deberá ser retirada de la zona, y deberá contarse con un extinguidor de incendio adecuado;
- b) no podrá realizarse soldadura o corte por medio de arco eléctrico o gas, en caños o en componentes de cañería que contengan una mezcla explosiva de gas y aire en la zona de trabajo;
- c) fijar letreros de advertencia donde sea necesario.

## **MATERIAL DE GUIA**

### **1 GENERALIDADES**

#### **1.1. Fumar y llamas abiertas**

Las llamas abiertas y el fumar estarán prohibidos

- a) en estructuras o áreas que contengan instalaciones de gas, donde las posibles pérdidas o la presencia del mismo constituya un riesgo de incendio o explosión;
- b) a cielo abierto, donde la inflamación accidental de la mezcla aire-gas pudiera causar daños a las personas o a la propiedad.

#### **1.2. Arcos eléctricos accidentales**

Para evitar la ignición accidental por arco eléctrico, deberá tomarse en consideración lo siguiente:

- a) Las linternas, lámparas portátiles, cables de prolongación y toda otra herramienta o equipo deberá ser del tipo aprobado para uso en atmósferas peligrosas.
- b) Los motores de combustión interna de camiones, automóviles, compresores, bombas, generadores y otros equipos, no deberán funcionar donde se conozca o sospeche la existencia de atmósferas peligrosas.
- c) Se deberá considerar la unión de ambos lados de todos los cortes que separen caños metálicos que puedan contener gas natural, a fin de proporcionar continuidad eléctrica. Esta unión se instalará antes del corte y será mantenida hasta que se completen todas las reconexiones o hasta que el ambiente esté libre de gas. Los cables de unión serán instalados de forma de asegurar que no puedan ser desconectados durante la construcción y que proporcionen la mínima resistencia eléctrica entre los tramos de caño.
- d) La posible inflamación del gas que puede ser causada por cargas de electricidad estática inducidas en la superficie exterior de las cañerías plásticas deberá eliminarse durante las operaciones de corte. Los métodos aceptables para cumplimentar esto último incluyen cubrir la superficie del caño con trapos húmedos, o pulverizar sobre todo el caño expuesto un líquido compatible eléctricamente

conductor o agua.

Una útil referencia es el "Plastic Pipe Manual for Gas Service", (Edición 1985), disponible a través de la American Gas Association, 1515 Wilson Boulevard, Arlington, Virginia 22209.

- e) Las cargas de electricidad estática inducidas sobre la superficie interior de las cañerías plásticas por la circulación del gas, no pueden ser eliminadas por los métodos descritos anteriormente en el punto 1.2.d). Se deberá tomar las medidas adecuadas, tales como el control del flujo desde una ubicación situada a una distancia segura de la localización del escape, a fin de minimizar la salida de gas y proteger al personal de los peligros potenciales. El venteo o purgado no debe emplearse debido a la posibilidad de que las cargas de electricidad estática internas causen la inflamación del fluido que escapa.

### **1.3. Otras fuentes de ignición**

Se deberá tener cuidado al seleccionar las herramientas de mano adecuadas para empleo en atmósferas peligrosas y al manejarlas, a fin de reducir el riesgo de producir una chispa.

## **2. SOLDADURA, CORTE Y OTROS TRABAJOS EN CALIENTE**

### **2.1. Generalidades**

Antes de soldar dentro o alrededor de una estructura o un área que contenga instalaciones de gas, debe realizarse un control total empleando un indicador de gas combustible a fin de determinar la posible presencia de mezcla explosiva. La soldadura sólo debe iniciarse cuando se confirme que existen condiciones de seguridad.

### **2.2. Cañería llena con gas**

Cuando una cañería o un caño mayor sea mantenido lleno de gas durante un proceso de soldadura o de corte, se recomienda poner en práctica los siguientes procedimientos:

- a) Mantener un ligero flujo de gas moviéndose a través del lugar donde se está realizando la operación de corte o soldadura.
- b) la presión del gas en el lugar del trabajo debe ser controlada con medios adecuados.
- c) Inmediatamente después de realizado el corte, cerrar todas las rendijas y extremos abiertos con cintas adhesivas, lona atada bien apretada u otro material adecuado, a efectos de impedir la entrada de aire dentro de la cañería, con lo cual se produciría mezcla explosiva.
- d) No permitir que dos aberturas queden descubiertas al mismo tiempo.

### **2.3. Gasoductos que contengan aire**

- a) Antes de comenzar el trabajo y a intervalos a medida que éste se desarrolla, se deberá controlar la atmósfera, en la cercanía de la zona a ser calentada, con un indicador de gas combustible u otros medios satisfactorios.
- b) A menos que un medio apropiado, tal como un soplador de aire, se emplee para evitar la formación de mezcla explosiva en la zona de trabajo, la soldadura, corte u otras operaciones que podrían ser una fuente de ignición, no se realizarán sobre un gasoducto, cañería principal o aparato auxiliar que contenga aire y esté conectado a un suministro de gas.
- c) Cuando no se utilicen los medios señalados en el punto 2.3. b) anterior, se sugiere adoptar, según las circunstancias propias del trabajo, una o más de las siguientes precauciones.
  - 1) El caño u otro equipo sobre el cual se está efectuando el corte o la soldadura deberá purgarse con un gas inerte.
  - 2) El caño u otro equipo sobre el cual se está efectuando el corte o la soldadura será

continuamente purgado con aire de forma tal de evitar la formación de una mezcla explosiva en la zona de trabajo de la instalación.

### **3. AISLAMIENTO DE TRAMOS DE GASODUCTO EN UN TRABAJO PROGRAMADO PARA MINIMIZAR LA POSIBILIDAD DE INFLAMACION**

#### **3.1. Generalidades**

Un trabajo programado debería incorporar procedimientos para impedir o minimizar el escape de gas. Ninguna porción de un gasoducto, línea principal o servicio de gran tamaño, deberá cortarse bajo presión, a menos que el flujo de gas sea impedido o minimizado mediante el uso de válvulas de línea, equipo de taponado, vejigas obturadoras o prensas para caños.

Se recomienda tomar las siguientes precauciones cuando no sea factible lograr la obturación total del conducto:

- a) Programar el trabajo de forma de minimizar el escape de gas, y la secuencia de pasos orientándola a limitar la cantidad de fluido a la que estará expuesto el personal como así también el tiempo que durará dicha exposición.
- b) El tamaño y la posición del corte deberán permitir ventear el gas adecuadamente, aun con un operario en la excavación.
- c) Proteger al personal que esté trabajando en una atmósfera con gas, bajo una saliente, en un túnel o en una entrada de hombre.

#### **3.2. Aislamiento de tramos de gasoductos**

- a) Acción preliminar. El operador deberá realizar una o más reuniones previas para revisar con el personal afectado:
  - 1) El método de aislamiento.
  - 2) El propósito de cada fase.
  - 3) Planos, procedimientos y esquemas que sean de aplicación.
  - 4) Responsabilidades de cada individuo, incluyendo la designación de un encargado de la operación
- b) **Precauciones para el aislamiento**
  - 1) El equipo de aislamiento que permanezca desatendido deberá poseer medios efectivos para evitar una operación no autorizada.
  - 2) Se proveerá al lugar de trabajo de medios efectivos para alertar y proteger al personal en caso de una presurización involuntaria. Se deberá tener en consideración el uso o la instalación de elementos tales como:
    - i) Válvulas de alivio.
    - ii) Discos de ruptura.
    - iii) Manómetros.
    - iv) Registradores de presión.
    - v) Orificios de venteo.

- vi) Alarmas accionadas por presión.
- vii) Otros dispositivos sensores de presión.
- 3) El equipo de aislamiento será inspeccionado y reparado antes de comenzar a usarlo.
- 4) Los cierres temporarios aptos para resistir la presión total de la línea deberán poseer los medios para determinar los incrementos bruscos de presión (tales como manómetros y venteos).

**c) Control de tramos aislados**

- 1) Los procedimientos de supervisión serán establecidos basándose en las presiones, volúmenes, cierres y demás factores pertinentes.
- 2) El personal designado para operar el equipo de aislamiento deberá poseer los medios para determinar aumentos bruscos de presión (tales como manómetros o venteos).
- 3) El personal que se encuentre controlando en lugares lejanos deberá tener comunicación con el lugar de trabajo y con la persona encargada de la operación.

**4. NOTIFICACIONES PREVIAS A LA PURGA O VENTEO**

**4.1. Funcionarios públicos**

Deberán ser notificados los funcionarios públicos correspondientes antes de una purga o venteo, en aquellas ubicaciones donde el tránsito o la circulación a través de la zona pudiera ser perturbada o donde se prevea que serán llamados por el público.

**4.2. Público en las cercanías de la descarga de gas**

Deberá ser notificado el público de las cercanías a la descarga de gas, antes de la purga o venteo, si se prevé que pudiera verse afectado por el proceso. Las consideraciones primarias para establecer la necesidad de la mencionada notificación son el ruido, el olor y la posibilidad de una ignición accidental.

**SECCION 753 - JUNTAS DE ESPIGA Y CAMPANA CALAFATEADAS**

Toda junta de fundición a espiga y enchufe calafateada que sea descubierta por cualquier razón, deberá ser sellada por un medio que no sea calafateado, con:

- a) una grapa mecánica para pérdida; o
- b) un material o dispositivo que:
  - 1) no reduzca la flexibilidad de la junta;
  - 2) se adhiera permanentemente, química o mecánicamente, o por ambos medios, a las superficies metálicas de la espiga y el enchufe o del caño adyacente; y
  - 3) selle y se adhiera de manera que cumpla con los requisitos de resistencia mecánica, resistencia al medio, y compatibilidad química, de las secciones 53 a) y b) y 143.

**MATERIAL DE GUIA**

No es necesario material de guía.

## **SECCION 755 - PROTECCION DE CAÑERIAS DE FUNDICION DE HIERRO**

Cuando un operador tiene conocimiento de que el apoyo de un tramo enterrado de cañería de fundición ha sido afectado:

- a) El tramo de la cañería deberá ser protegido, en la medida que sea necesario, contra daños durante la perturbación causada por:
  - 1) vibraciones producidas por equipo pesado de construcción, trenes, camiones, ómnibus, o voladuras;
  - 2) fuerzas de impacto causadas por vehículos;
  - 3) movimiento de tierra;
  - 4) posibles excavaciones futuras cerca de la cañería; o
  - 5) otras fuerzas exteriores previsibles que puedan someter a ese tramo de cañería a esfuerzos de flexión.
  
- b) Tan pronto como sea factible se deberán tomar las medidas adecuadas para proporcionar protección permanente al tramo afectado, de los daños que pudieran resultar de cargas externas, incluyendo el cumplimiento de los requisitos pertinentes del párrafo a) de la Sección 317, la Sección 319 y los párrafos b) a d) de la Sección 361.

## **MATERIAL DE GUIA**

### **1 GENERALIDADES**

Además de las condiciones reseñadas en el párrafo a) de la Sección 755 y el párrafo 3 del Material de Guía correspondiente a la Sección 703, también se deberá tomar en consideración situaciones tales como filtraciones de agua y roturas de cloacas, excavaciones para tareas de construcción o para reparación o reemplazo de otras instalaciones subterráneas, que puedan eliminar o socavar el apoyo de la cañería.

### **2. SOPORTES**

#### **2.1 Cañerías principales y de servicio**

Los métodos utilizados para proteger una cañería de fundición principal o de servicio comprenden el empleo de puentes, puntales y cables.

#### **2.2 Conexiones**

Las conexiones a las cañerías de fundición, principales o de servicio, deberán ser soportadas durante la perturbación y cuando se efectúe el relleno, a fin de no crear ni transmitir esfuerzos de flexión a las cañerías.

### **2.3 Relleno**

El relleno con material adecuado, compactado correctamente, puede proporcionar un apoyo satisfactorio para la cañería de fundición, principal o de servicio, y para las conexiones. Se deberá poner cuidado en asegurar que no ejerzan excesivos esfuerzos de flexión sobre la cañería principal o de servicio cuando se realice el relleno.

### **2.4 Tareas rutinarias del operador**

Mientras se esté efectuando un trabajo de rutina, tal como la instalación de una toma o de un collar de presión para junta de enchufe, que altere el apoyo de la cañería principal o de servicio y el relleno esté bajo el control del operador, no serán necesarios, generalmente, soportes especiales o sustitutos.

## **3. REEMPLAZO DE CAÑERÍAS DE FUNDICIÓN, PRINCIPALES O DE SERVICIO**

Como alternativa para la protección y el soporte de una cañería de fundición, principal o de servicio, se podrá considerar su reemplazo. (Ver párrafo 3 del Material de Guía de la Sección 703 y el Material de Guía de la Sección 489).

## **4. ESTRUCTURAS SUBTERRANEAS ADYACENTES**

Cuando una cañería de fundición, principal o de servicio, esté muy próxima a un conducto, canalización para cables, líneas de cloacas o estructura similar, incluso instalaciones abandonadas, deberá considerarse el potencial de dichas estructuras para proporcionar un camino que permita la migración del gas fugado.

## **5. RECORRIDA**

Puede ser necesario efectuar recorridos de inspección de la cañería de fundición, principal o de servicio, durante y después de la perturbación, para asegurar la eficacia de los métodos de soporte y la integridad del sistema, (Ver Sección 721).



## **PARTE N - CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO**

### **SECCION 801 - ALCANCE**

Esta parte determina las pautas mínimas de capacitación y entrenamiento que debe establecer el operador para instruir al personal.

#### **MATERIAL DE GUIA**

No es necesario material de guía.

### **SECCION 803 - OPERACION Y MANTENIMIENTO**

El programa de capacitación y entrenamiento deberá ser permanente y estar dirigido al personal de operación y mantenimiento abarcando:

- a) Procedimientos de operación, mantenimiento y emergencia, establecidos en la secciones 603 y 605, relacionadas con sus funciones.
- b) Conocimiento de peligros potenciales del producto transportado.
- c) Las condiciones conocidas que pueden llegar a producir o derivar en situaciones de emergencia.
- d) El uso apropiado de equipos de lucha contra incendios.
- e) En el caso de personal de mantenimiento, las precauciones aplicables en procedimientos de reparaciones.

#### **MATERIAL DE GUIA**

No es necesario material de guía.

### **SECCION 805 - MEDICINA, HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO**

Cada operador deberá establecer y llevar a cabo un programa periódico de capacitación que contemple los siguientes aspectos:

- a) Primeros auxilios.
- b) Higiene y seguridad industrial.
- c) Enfermedades profesionales y adicciones.

#### **MATERIAL DE GUIA**

No es necesario material de guía.



## APENDICE A - INCORPORADO POR REFERENCIA (8 de marzo de 1989)

### 1. LISTA DE ORGANIZACIONES Y DIRECCIONES

- A. American National Standards Institute (ANSI)  
1430 Broadway, New York - N.Y. 10.018.
- B. American Petroleum Institute (API)  
1220 L Strett, N.W., Washington D.C. 20005 ó 300  
Corrigan Tower Building, Dallas Tex. 75.201.
- C. The American Society of Mechanical Engineers (ASME) United Engineering Center, 345 E.  
47th Street, New York, N.Y. 10.017.
- D. American Society for Testing and Materials (ASTM) 1916 - Race Street, Philadelphia, Pa.  
19.103. 1
- D. Manufacturers Standardization Society of the Valve and Fitting Industry (MSS) 5203  
Leesburg Pike, Suite 502, Falls Church, Va 22041.
- F. National Fire Protection Association (NFPA), Batterymarch Park, Quincy, Mass. 02269.
- G. Gas del Estado (GE) Alsina 1169 (1131) - Buenos Aires, Argentina.
- H. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales (IRAM). Chile 1192 (1098) - Buenos  
Aires - Argentina.
- I. British Gas plc (BG) 326 High Holborn London WC1V 7PT, United Kingdom.
- I. Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN) Beuth Verlag GmbH (Editorial) Burggrafenstrasse  
6 1000 Berlin 30, Alemania.
- K. Ente Nacional Regulador del Gas (ENARGAS).  
Avda. Julio A. Roca 651 2º piso - CP 1322 (Buenos Aires, Argentina)

### II. DOCUMENTOS INCORPORADOS POR REFERENCIA

- A. **American Petroleum Institute (Instituto Estadounidense del Petróleo)**
  - 1. API- Standard 6D. Especificación para válvulas de gasoductos (Edición 1977).

2. API- Standard 5L. Especificación API para caño de línea (Edición 1988).
3. API- Recommended Practice 5LI. Práctica recomendada API para transporte por ferrocarril de caños de línea. (Edición 1972).
4. API- Standard 1.104. Normas para soldaduras de cañería e instalaciones complementarias. (17º Edición 1988).

**B. The American Society for Testing and Materials. (Asociación Estadounidense para Ensayos y Materiales)**

1. ASTM- Specification A 53. Especificaciones de normas para cañerías de acero soldadas y sin costura, negra o galvanizada por baño caliente (A 53-79).
2. ASTM- Specification A 106. Especificaciones de norma para caños de acero al carbono sin costura, para servicio en altas temperaturas. (A-106-79b).
3. ASTM- Specification A 333. Especificaciones de norma para caños de acero sin costura y soldados, para servicios a baja temperatura. (A 333-79).
4. ASTM- Specification A 372. Especificaciones de normas para piezas forjadas de acero al carbono y aleado para recipientes a presión de pared delgada. (A 372-78).
5. ASTM- Specification A 381. Especificaciones de normas para caños de acero soldado por arco metálico para servicio de transmisión de alta presión. (A 381-79).
6. ASTM- Specification A 671. Caños de acero soldados por fusión eléctrica para temperatura ambiente o más bajas. (A 671-77).
7. ASTM- Specification A 672. Caños de acero soldados por fusión eléctrica para servicio a alta presión y temperaturas moderadas. (A 672- 79).
8. ASTM- Specification A 691. Caños de acero al carbono y aleados soldados por fusión eléctrica, para servicio a alta presión y alta temperatura (A 691-79).
9. ASTM- Specification D 638. Métodos de ensayo normalizados para la determinación de las propiedades de tracción de plásticos (D 638-77a),
10. ASTM- Specification D 2513. Especificaciones de normas para caños, tubos y accesorios termoplásticos para gas a presión (D 2513-87).
11. ASTM- Specification D 2517 - Especificaciones de normas para caños y accesorios de resina epoxi reforzada para gas a presión. (D 2517-73) (Reaprobada en 1979).

- C. The American National Standards Institute (Instituto Nacional Estadounidense de Normas).**
1. ANSI- B 16.1. Bridas para caños y accesorios a brida de fundición de hierro. (D 16.1 1975).
  2. ANSI- B 16.5. Bridas para caños y accesorios a brida de acero (B 16.5 1977).
- D. The American Society of Mechanical Engineers (Sociedad Estadounidense de Ingenieros Mecánicos).**
1. ASME- Código para calderas y recipientes a presión Sección VIII, titulada Recipientes a Presión. División 1 (Edición 1977).
  2. ASME- Código para calderas y recipientes a presión, Sección IX, titulada Calificación de Soldaduras (Edición 1977).
- E. Manufacturers' Standardization Society of the Valve and Fittings Industry (Sociedad de Fabricantes para la Normalización de la Industria de Válvulas y Accesorios).**
1. MSS-SP 44. Bridas para cañería de acero (Edición 1975).
- F. National Fire Protection Association (Asociación Estadounidense para Protección Contra Incendio).**
1. NFPA- Norma 30. Código de líquidos inflamables y combustibles (Edición 1977).
  2. NFPA- Norma 58. Norma para el almacenamiento y manipuleo general de gases de petróleo licuados (Edición 1979).
  3. NFPA- Norma 59. Norma para el almacenamiento y manipuleo de gases licuados de petróleo en plantas principales de gas para servicio general. (Edición 1979).
  4. NFPA- Norma 59 A. Norma para almacenamiento y manipuleo de gas natural licuado (L.N.G.) (Edición 1979).
  5. Código Eléctrico Nacional - NFPA 70 (ANSI) (1978).
- G. Gas del Estado Sociedad del Estado**
1. Disposición Interna N° 869. Normas técnicas para la dotación de protección catódica a los servicios domiciliarios de redes de fundición.

2. Disposición Interna N° 1751. Normas para la habilitación de gasoductos o ramales.
3. Disposición Interna N° 1930. Ubicación y cantidad de tomas de muestras para ensayos odorimétricos en las redes de gas.
4. Disposición Interna N° 2610. Instrucciones para la evaluación de obras de protección catódica.
5. Disposición Interna N° 2626. Revestimiento con resinas epoxídicas.
6. Norma GE-N1-101 (1976). Reparación de escapes de gas natural en cañerías de hierro fundido mediante estratificados realizados en forma manual con resinas epoxídicas.
7. Norma GE-N1-105 (1980 - Modif. 1991). Bases para la calificación de soldadores y operadores de soldadura por arco eléctrico y especificaciones de procedimientos.
8. Norma GE-N1-108 (1984 - Modif. 1986, 1988 y 1992). Revestimiento anticorrosivo de tuberías en condiciones de operación normales (revisada por D.I.N° 2290 y 2417).
9. Norma GE-N1-109 (1986). Norma para almacenamiento de caños de acero revestidos y sin revestir (D.I.N° 1969; revisada por D.I.N° 2432).
10. Norma GE-N1-123 (1987). Normas de colores de seguridad para instalaciones y lugares de trabajo.
11. Norma GE-N1-126 (1992). Seguridad en Plantas Compresoras de Gas Natural.
12. Norma GE-N1-129 (1990). Redes para la distribución hasta 4 bar de gases de petróleo y manufacturado. De polietileno. Tubos, diversos diámetros hasta 250 mm inclusive.
13. Norma GE-N1-130 (1990). Idem. Accesorios unidos por termofusión.
14. Norma GE-N1-131 (1990). Idem. Accesorios unidos por electrofusión.
15. Norma GE-N1-133 (1990). Idem. Válvulas de polietileno.
16. Norma GE-N1-134 (1990). Idem. Herramientas y equipos auxiliares para termofusión.
17. Norma GE-N1-136 (1990). Idem. Instrucciones para la instalación.
18. Norma GE-N1-132 (1990). Redes para la distribución hasta 4 bar de gases de petróleo y manufacturado. De polietileno, acero u otros materiales aprobados por Gas del Estado. Accesorios de transición.

19. Norma GE-N1-135 (1990). Idem. Reguladores de presión.
20. Norma GE-N1-137 (1990). Idem. Gabinetes de material sintético para sistemas de regulación-medición.
21. Norma GE-N1-138 (1990). Idem. Conjunto de accesorios de montaje para la instalación del sistema de regulación-medición.
22. Norma GE-N1-148 (1992). Norma de condiciones de seguridad para la ubicación e instalación de estaciones de separación y medición, y estaciones reductoras de presión.
23. Norma GE-R2-105 (1981). Normas mínimas de seguridad para obras y trabajos.

#### **H. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales**

1. Norma IRAM-IAS U 500-2613. Tubos de acero al carbono soldados y sin costura, cincados por inmersión en caliente o sin cincar, para conducción de fluidos (1989).
2. Norma IRAM 2501. Caños de fundición de hierro gris centrifugado para conducción de fluidos a presión (1975).

#### **I. British Gas plc**

1. BGC/PS/PL2: Parte 1. Especificación para caños y accesorios de polietileno (PE) para gas natural y gas manufacturado apropiado. Parte 1 -Tubos (1986).
2. BGC/PS/PL2: Parte 2. Idem Parte 2 - Accesorios y uniones por termofusión.

#### **J. Deutsches institut für Normung e.V. (Instituto Alemán para la Normalización).**

1. Norma Alemana DIN 8074. Caños de polietileno de alta densidad (PEAD). Medidas.
2. Norma Alemana DIN 8075. Caños de polietileno de alta densidad (PEAD). Ensayos y requisitos generales de calidad.

### **MATERIAL DE GUIA**

Para información sobre cañería y componentes no contemplados por las Normas Federales y por las especificaciones enumeradas en esta Sección II del Apéndice A, ver el Apéndice G-1 del Material de Guía.



## **APENDICE B - CALIFICACION DE CAÑOS**

### **1. LISTA DE ESPECIFICACIONES DE CAÑOS**

ANSI - A 21.3, Caño de fundición (1953).  
ANSI - A 21.7, Caño de fundición (1962).  
ANSI - A 21.9, Caño de fundición (1962).  
ANSI - A 21.52, Caño de hierro dúctil (1965).

API - 5L, Caños de acero (1988).

ASTM - A 53, Caño de acero (1979).  
ASTM - A 72, Caño de hierro forjado (1968).  
ASTM - A 106, Caño de acero (1979).  
ASTM - A 211, Caño de acero y de hierro (1968).  
ASTM - A 333, Caño de acero (1979).  
ASTM - A 377, Caño de fundición (1966).  
ASTM - A 381, Caño de acero (1979).  
ASTM - A 539, Tubos de acero (1979).  
ASTM - Especificación A 671, Caño de acero (1977).  
ASTM - Especificación A 672, Caño de acero (1979).  
ASTM - Especificación A 691, Caño de acero (1979).  
ASTM - B 42, Caño de cobre (1966).  
ASTM - B 68, Tubos de cobre (1968).  
ASTM - B 75, Tubos de cobre (1968).  
ASTM - B 88, Tubos de cobre (1966).  
ASTM - B 251, Caños y tubos de cobre (1968).  
ASTM - D 2513, Caños y tubos termoplásticos (1987).  
ASTM - D 2517, Caños y tubos plásticos termoendurecidos (1973).

ISO 4437, Caños subterráneos de polietileno para el suministro de combustibles gaseosos.

GE-N1-129 (1990). Redes para la Distribución hasta 4 bar de gases de petróleo y manufacturado. De polietileno. Tubos, diversos diámetros hasta 250 mm inclusive.

IRAM-IAS U 500-2613. Tubos de acero al carbono soldados y sin costura, cincados por inmersión en caliente o sin cincar, para conducción de fluidos (1989).

IRAM 2501. Caños de fundición de hierro gris centrifugado para conducción de fluidos a presión (1975).

BGCIPSIPL2: Parte 1. Especificación para caños y accesorios de polietileno (PE) para gas natural y gas manufacturado apropiado. Parte 1 -Tubos (1986).

Norma Alemana DIN 8074. Caños de polietileno de alta densidad (PEAD). Medidas.

Norma Alemana DIN 8075. Caños de polietileno de alta densidad (PEAD). Ensayos y requisitos generales de calidad.

### **II. CAÑO DE ACERO DE ESPECIFICACION DESCONOCIDA O NO ACORDADA**

#### **A. Propiedades de doblado**

Para caños de 50,2 mm de diámetro o menores deberá curvarse una tira de caño en frío, a por lo

menos 90° alrededor de un mandril cilíndrico que tenga un diámetro de 12 veces el diámetro del caño, sin que se produzcan grietas en ninguna parte y sin abrirse la costura longitudinal.

Para caños mayores de 50,2 mm de diámetro, el caño deberá cumplir los requerimientos de la prueba de aplastamiento indicada en la Norma ASTM A 53, excepto que el número de ensayos deberá ser por lo menos igual al mínimo requerido en el párrafo II D de este apéndice para determinar la tensión de fluencia.

## **B. Soldabilidad**

Un soldador calificado bajo la parte E de esta Norma, realizará una soldadura circunferencial de ensayo. La misma deberá ser realizada en las condiciones más severas bajo las cuales trabajará, y con procedimientos iguales a los que se utilizarán en campaña. En caños mayores de 102 mm de diámetro, se realizará por lo menos una soldadura de prueba por cada 100 tiras de caño. En caño de 102 mm de diámetro o menor, se efectuará por lo menos una soldadura de prueba por cada 400 tiras de caño. Las soldaduras deberán ser probadas de acuerdo con la Norma API 1104. Si los requerimientos de la norma API 1104 no pueden ser cumplidos, la soldabilidad podrá ser establecida por la realización de ensayos químicos de carbono y manganeso, y procediendo de acuerdo con la sección IX del Código ASME para Calderas y Recipientes a Presión. El número de ensayos químicos deberá ser igual al requerido para probar una soldadura circunferencial.

## **C. Inspección**

El caño deberá estar suficientemente limpio, como para permitir una inspección adecuada. Deberá someterse a inspección ocular para asegurar que es razonablemente redondo y recto, y que no existen defectos que podrían perjudicar su resistencia o hermeticidad.

## **D. Propiedades de tensión**

Si no son conocidas las propiedades físicas del caño, la tensión de fluencia mínima que podrá tomarse es de 1.687 kg/cm<sup>2</sup> (24.000 psig), o menor, o las propiedades de tensión podrán ser establecidas por la realización de ensayos de tracción como indica la Norma API 5L. Todas las muestras deberán ser seleccionadas al azar, y realizarse el siguiente número de pruebas:

### **Números de ensayos de tracción - Todos los diámetros:**

10 tiras o menos	1 conjunto de ensayos por cada tira.
11 tiras a 100 tiras	1 conjunto de ensayos por cada 5 tiras, pero no menos de 10 ensayos.
más de 100 tiras	1 conjunto de ensayos por cada 10 tiras, pero no menos de 20 ensayos.

Si la relación fluencia-rotura, basada en las propiedades determinadas por estas pruebas, excede de 0.85, la cañería podrá usarse solamente como está previsto en el punto c) de la Sección 55.

### **III. CAÑOS DE ACERO FABRICADOS BAJO ESPECIFICACIONES ANTERIORES A LAS INDICADAS EN LA SECCION I DE ESTE APENDICE**

Los caños de acero fabricados de acuerdo con especificaciones de ediciones anteriores a las indicadas en la Sección I de este Apéndice, están calificados para usarse bajo esta Norma, si satisfacen los siguientes requisitos:

#### **A Inspección**

El caño deberá estar suficientemente limpio como para permitir una inspección adecuada. Se someterá a inspección ocular para asegurar que es razonablemente redondo y recto y que no cuenta con defectos que podrían afectar su resistencia o hermeticidad.

#### **B. Similitud de requisitos**

La edición de la especificación con la cual el caño fue fabricado, deberá tener sustancialmente idénticos requisitos que los indicados en las ediciones posteriores, que están incluidas en la Sección I de este Apéndice, con respecto a las siguientes propiedades:

- 1) Propiedades físicas (mecánicas) del caño, incluyendo la tensión de rotura a la tracción y de fluencia, elongación y relación fluencia-rotura, y ensayos para verificar estas propiedades.
- 2) Propiedades químicas del caño y ensayos para verificar estas propiedades.

#### **C. Inspección o ensayo de caños soldados**

Los caños con costura longitudinal, deberán satisfacer uno de los siguientes requisitos:

- 1) La edición de la especificación acordada bajo la cual el caño fue fabricado, deberá tener requisitos sustancialmente iguales, con respecto a ensayos no destructivos de la costura soldada y a las normas de aceptación o rechazo y de reparación, que los establecidos en ediciones posteriores de las especificaciones indicadas en la Sección I de este Apéndice.
- 2) El caño deberá ser aprobado de acuerdo con la parte J de esta Norma, a por lo menos 1,25 veces la presión máxima admisible de operación si ha de ser instalado en clase 1 de trazado, y a por lo menos 1,5 veces la presión máxima admisible de operación, si ha de ser instalado en clase 2, 3 ó 4 de trazado. No obstante cualquier tiempo menor permitido por la parte J de esta Norma, la presión de prueba deberá ser mantenida por lo menos 8 horas.

### **MATERIAL DE GUIA**

Para la tensión mínima de fluencia especificada para los distintos grados de caño de acero cubiertos por esta Norma y las especificaciones enumeradas en la Sección I de este Apéndice B, ver Apéndice G 2 del Material de Guía.



## **APENDICE C - CALIFICACION DE SOLDADORES PARA CAÑOS DE BAJA RESISTENCIA**

### **I. PRUEBA BASICA**

La prueba básica se realiza en cañería de 300 mm (12") de diámetro o menor. La prueba de soldadura deberá ser efectuada con caño en posición horizontal fija, de modo que la misma incluya por lo menos una sección de soldadura sobre cabeza.

El biselado, la abertura de raíz, y otros detalles deberán conformar las especificaciones de procedimiento bajo las cuales el soldador es calificado. Una vez terminada la soldadura de prueba, se extraerán cuatro probetas, y se realizarán pruebas de curvado de raíz. Si como resultado de estos ensayos, dos o más de las cuatro probetas presentan una fisura en el material de aporte o entre el material de aporte y el metal base, que sea mayor de 3,2 mm (1/8") de longitud en cualquier dirección, la soldadura es inaceptable. Las grietas que ocurran en los cantos de las muestras durante las pruebas, no serán consideradas.

### **II. ENSAYOS ADICIONALES PARA SOLDADORES DE CONEXIONES DE LINEAS DE SERVICIO A CAÑERIAS PRINCIPALES**

Se soldará un accesorio de conexión para la línea de servicio a un trozo de caño de igual diámetro que un caño principal. Deberá realizarse la soldadura en la misma posición que en obra. La soldadura será inaceptable si muestra una socavadura u otro defecto injurioso. Se probará la soldadura intentando romper el accesorio del caño al que está unido. Será inaceptable si se rompe y muestra fusión incompleta, solapado, o poca penetración en la unión del accesorio con el caño.

### **III. ENSAYOS PERIODICOS PARA SOLDADORES DE LINEAS DE SERVICIO DE PEQUEÑO DIAMETRO**

De las líneas de servicio de acero, deberán cortarse dos muestras del trabajo de cada soldador, cada una de 200 mm (8") de longitud, con la soldadura ubicada aproximadamente en el centro, las que se ensayarán de la siguiente manera:

- 1) Una muestra se centrará en una máquina de prueba de doblado guiado, y se curvará alrededor del perfil de la cuña, a una distancia de 50 mm (2") de cada lado de la soldadura. Si la muestra presenta cualquier grieta después de retirada de la máquina de doblado, la soldadura resultará inaceptable.
- 2) Los extremos de la segunda muestra serán aplanados, y la soldadura entera sujeta a una prueba de tracción. Si ocurre la rotura adyacente a, o en el metal de la soldadura, ésta es inaceptable. Si no se dispone de una máquina para tracción, la segunda muestra deberá también cumplir con la prueba de doblado prescrita en el subpárrafo (1) de este párrafo.

## **MATERIAL DE GUIA**

### **1. GENERALIDADES**

- a) Cuando se califiquen soldadores en base al Apéndice C y a fin de asegurar que están calificados para soldar sobre caños sometidos a una tensión circunferencial menor al 20 % de la tensión de fluencia mínima especificada, se deberán tener en cuenta las siguientes consideraciones. La preparación de la muestra para la prueba de soldadura deberá ser controlada por personal calificado.

- b) Al soldador que cumplimente satisfactoriamente la PRUEBA BASICA deberá considerárselo calificado para soldar caño de 50 mm (2") a 300 mm (12 ") de diámetro nominal.

Un soldador deberá cumplimentar satisfactoriamente la PRUEBA DE CONEXION DE LINEAS DE SERVICIO a fin de estar calificado para soldar conexiones de líneas de servicio a cañerías principales y la PRUEBA PARA SOLDADORES DE LINEAS DE SERVICIO DE PEQUEÑO DIAMETRO a fin de estar calificado para soldar caño de diámetro nominal menor de 50 mm (2").

## **2. PRUEBA BASICA**

- a) La prueba básica deberá efectuarse en caño de 300 mm (12") de diámetro nominal o menor. Se sugiere que los diámetros específicos para las pruebas sean los que se prevé que vaya a encontrar más frecuentemente el soldador.
- b) Se deberán preparar cuatro probetas como las que se ilustran en la Figura CA (1) tomadas de las zonas indicadas en la Figura CA (2). Para caño de menos de 50 mm (2") de diámetro nominal se necesitarán dos soldaduras de prueba y probetas de cada una de ellas, obtenidas de cuadrantes alternados, como se muestra en la Figura CA (3).
- c) Para el ensayo de curvado de raíz se sugiere una plantilla u horma para ensayo guiado de doblado de las dimensiones indicadas en la Figura CB. La raíz de la soldadura deberá ubicarse hacia abajo sobre la matriz y en el centro de la abertura. El punzón será forzado hacia abajo hasta que la curvatura de la probeta forme aproximadamente una "U".

## **3. CONEXIONES DE LINEAS DE SERVICIO A LINEAS PRINCIPALES**

- a) Estos ensayos se realizan soldando un accesorio de conexión de línea de servicio a un trozo de caño que posea el diámetro nominal típico que se pueda encontrar con más frecuencia, o a un tramo de 100 mm (4") de diámetro nominal. Se podrán emplear nipples para las pruebas de soldadura en lugar de accesorios para conexión de línea de servicio.
- b) Donde se prevea que el soldador va a hallar accesorios de conexión de servicio de gran diámetro o grandes tes de derivación, puede ser conveniente efectuarse una prueba adicional para tales configuraciones. El nipple de derivación de prueba soldado será sometido a un ensayo destructivo siguiendo la sección 2.8. de la norma API 1104, Ensayo de Juntas Soldadas - Soldaduras de Filete y la sección 3.46, Muestreo de Soldaduras de Prueba - Soldaduras de Filete.

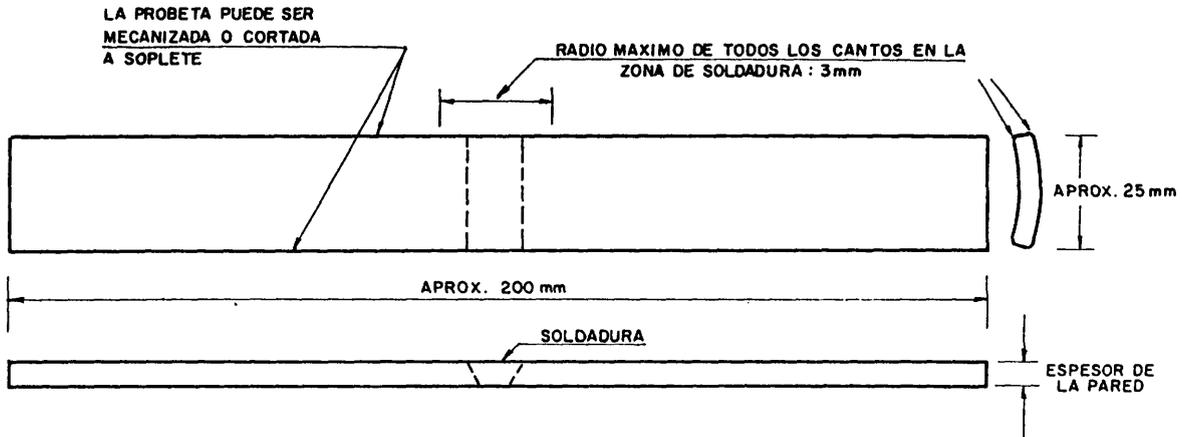
## **4. ENSAYOS PERIODICOS PARA SOLDADORES DE LINEAS DE SERVICIO DE PEQUEÑO DIAMETRO**

- a) Cuando se está calificando para soldar cañerías de 50 mm (2") de diámetro nominal o menores, estos ensayos de soldadura deberán efectuarse utilizando caño de 19 mm (3/4") a 25 mm (1") de diámetro nominal o del diámetro que habitualmente encuentra el soldador.
- b) El biselado, la abertura de raíz y demás detalles deberán ajustarse a las especificaciones del procedimiento bajo el cual se califica al soldador.
- c) Por cada dos muestras de soldadura se necesitará una probeta preparada como se muestra en la Figura CA (1). La matriz de ensayo se ajustará a lo indicado en la Figura CB.

**PROBETAS PARA ENSAYO DE CURVADO DE RAIZ**

**DIMENSIONES DE LA PROBETA**

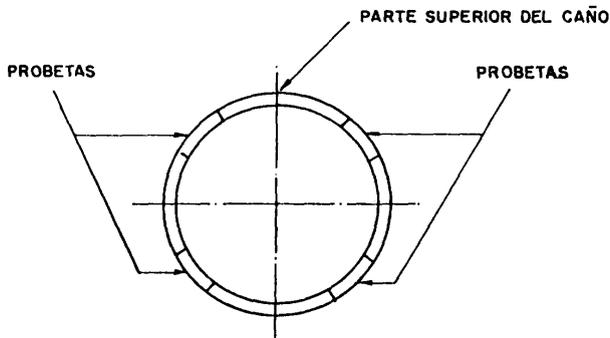
**Fig. CA (1)**



El refuerzo de soldadura sera eliminado en ambas caras hasta nivelar con la superficie de la probeta.  
No deberá aplanarse la probeta antes de ensayarlo.

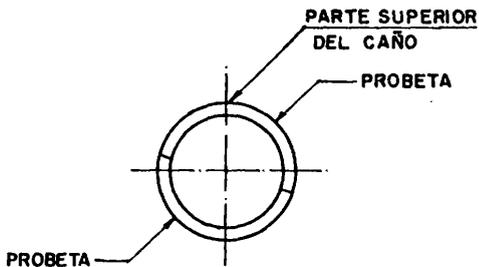
**UBICACION DE LAS PROBETAS  
(DIAM. NOM. 50 A 300 mm.)**

**Fig. CA (2)**



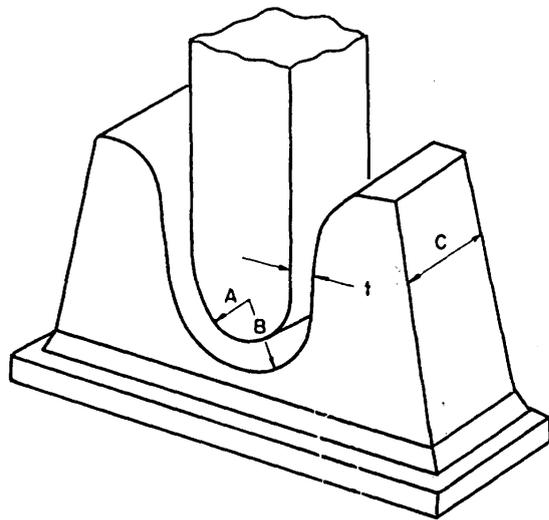
**UBICACION DE LAS PROBETAS  
(DIAM. NOM. MENOR DE 50 mm.)  
(SE REQUIEREN DOS MUESTRAS)**

**Fig. CA (3)**



**PLANTILLAS PARA ENSAYO  
DE DOBLADO GUIADO**

**Fig. CB**



Radio del punzón - A	44,5 mm ( 1 3/4" )
Radio del molde - B	74,5 mm ( 2 15/16" )
Ancho del molde - C	50 mm ( 2" )
Espeor de la probeta - t máximo	12,7 mm ( 1/2" )



## APENDICE D - CRITERIOS PARA PROTECCION CATODICA Y SU MEDICION

### 1. CRITERIOS DE PROTECCION CATODICA

Los criterios y metodología a emplear, para las estructuras de acero y fundición, son los que a continuación se enumeran, debiendo su aplicación ajustarse a lo indicado en cada caso.

- 1.1 Un potencial negativo (catódico) de por lo menos 850 mV, con la protección catódica aplicada. Este potencial está referido a un electrodo de Cu/SO<sub>4</sub>Cu saturado. las caídas de tensión distintas de las producidas en la interfase estructura-electrolito, deben ser determinadas para la interpretación válida de este criterio.

**Nota:** Dichas caídas de tensión serán determinadas por alguno de los siguientes métodos:

- 1.1.1. por medición o cálculo.
- 1.1.2. por revisión del comportamiento histórico del sistema de protección catódica.
- 1.1.3. por evaluación de las características físicas y eléctricas de la cañería y su entorno.
- 1.1.4. por determinación de evidencias físicas de corrosión.

- 1.2 Un potencial negativo de polarización de por lo menos 850 mV con respecto a un electrodo de referencia de CU/SO<sub>4</sub>CU saturado.

La medición de este potencial se hará sin la aplicación de la corriente de protección (para el caso de existir el aporte de más de una fuente, se deberán interrumpir las mismas simultáneamente y en forma periódica).

- 1.3 Un mínimo de 100 mV de polarización catódica entre la superficie de la estructura y un electrodo de referencia estable en contacto con el electrolito. La formación o decaimiento de la polarización puede ser medido para satisfacer este criterio.

### 2. CONDICIONES ESPECIALES

En algunas situaciones, tales como presencia de sulfhídricos, bacterias, elevadas temperaturas, medios ácidos y materiales disímiles, los criterios indicados pueden no ser suficientes, por lo tanto para:

- en caso de operarse con altas temperaturas, los valores fijados deberán incrementarse en 3 mV/°C a partir de 25°C (temperatura de la estructura).
- en caso de presencia bacteriana, los valores indicados se incrementarán en 100 mV.

### 3. MONITOREO CONTINUO DE POTENCIALES Y DEL ESTADO DEL REVESTIMIENTO

Deberán realizarse relevamientos continuos de potenciales paso a paso de estructuras-suelo, métodos "OFF" (sin corriente aplicada) y "ON" (con corriente aplicada), en los siguientes casos:

- 3.1 Cuando no se pueda garantizar los potenciales entre los puntos kilométricos de monitoreo.

- 3.2 En zonas protegidas galvánicamente.
- 3.3 En aquellas zonas donde se registren fallas por corrosión no concordantes con los datos históricos de los niveles de protección catódica en ellas.
- 3.4 En todos aquellos casos en que se detecten problemas de interferencia de cualquier tipo.

La frecuencia entre relevamientos será responsabilidad del operador y deberá garantizar el control anticorrosivo. En ningún caso el lapso entre monitoreos será mayor de cinco años, informándose acerca de las decisiones adoptadas.

#### **4. RELEVAMIENTO DE POTENCIALES DE ESTRUCTURAS SUMERGIDAS**

- 4.1 Se deberán relevar teniendo en cuenta los criterios indicados en la Sección I.
- 4.2 El método empleado deberá garantizar una distancia electrodo-tubería menor de 2 m.
- 4.3 Los registros de valores serán continuos.

#### **5. INTERFERENCIA**

##### **ESTRUCTURAS EXISTENTES**

Toda estructura ajena (no interconectada) deberá preservarse de las interferencias generadas a partir del sistema de protección catódica instalado. Se considerará que una estructura es influenciada cuando se produzca una variación > de 50 mV (de cualquier signo) en su potencial.

##### **PROYECTOS**

A fin de determinar la ubicación correcta de los dispersores de corriente en referencia a estructuras extrañas, se considerarán no interferidas cuando el gradiente de potencial eléctrico en el terreno y referido a tierra remota, no supere los 500 mV. A tal efecto se deberá indicar en todo proyecto la distancia mínima a mantener.

En el caso de detectarse problemas de interferencia, el operador de la línea interferente deberá tomar las medidas adecuadas para eliminarla.

#### **6. COBERTURAS**

##### **6.1 INSPECCION**

Se efectuarán ensayos del revestimiento para determinar y/o detectar discontinuidades eléctricas en el mismo. Esta inspección se efectuará:

- finalizada su aplicación.
- en el momento de bajada a zanja.

## **6.2 TIPO DE ENSAYO**

### **BAJA TENSION (< 90 volt).**

Se podrán utilizar detectores de baja tensión para espesores no mayores a 0,35 mm.

### **ALTA TENSION**

El electrodo será tal que la distancia entre los puntos donde hace contacto con el revestimiento no sea más de 0,25 mm por cada 1.000 volt de tensión de prueba.

La velocidad de pasaje será de aproximadamente 0,3 m/s (paso normal).

No se deberá llevar a cabo inspecciones sobre superficies húmedas.

De no contarse con un medidor de tensión adecuado, la regulación podrá determinarse (provisoriamente) fabricando una falla en el revestimiento a inspeccionar, ajustándose el instrumento para detectarla a la velocidad normal de pasaje.

Los valores de tensión a aplicar en cada caso serán los indicados en la norma correspondiente.

Los detectores se calibrarán con el dispositivo adecuado a su principio de funcionamiento (según recomendación del fabricante).

## **MATERIAL DE GUIA**

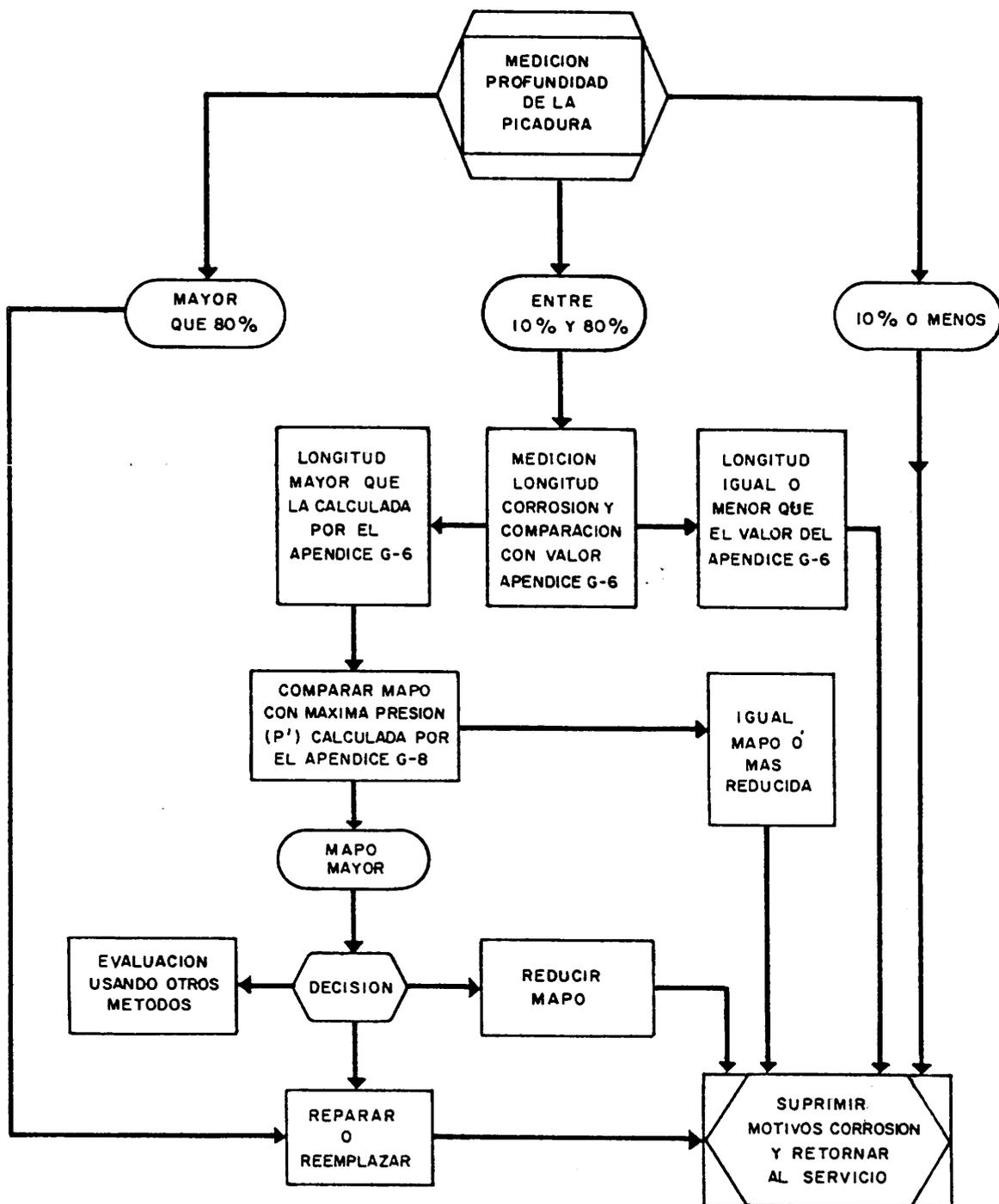
NORMA GE-N1-108

RP 0169-92 N.A.C.E. (National Asociation Corrosion Engineers)

HANDBUCH DES KATHODICHEN KORROSION SCHUTZES W.V. BAECKMANN UND W.SCHWENK



APENDICE E      DIAGRAMA DE FLUJO DEL METODO ANALITICO





## APENDICE G-1 DEL MATERIAL DE GUIA

(Ver Material de Guía para el Apéndice A de la Norma y la Sección 7)

### ESPECIFICACIONES, CODIGOS Y NORMAS DE MATERIALES

A continuación, aparece toda la información sobre caños y componentes que no ha sido cubierta por las normas y especificaciones enunciadas en el Apéndice Ali. En ciertos aspectos, la aplicación de estas normas y especificaciones listadas a continuación, está limitada por las prescripciones de la Norma y de esta Guía.

Además de la documentación explícitamente mencionada en este Apéndice, debe considerarse los documentos incluidos en el Clasificador de Normas Técnicas de Gas del Estado (Actualización 4 - 1991 ), citado en el marco legal de la privatización de Gas del Estado Sociedad del Estado.

Al final de este apéndice se indican las direcciones de varias organizaciones de especificación, codificación y normalización.

### ACERO ESTRUCTURAL

ASTM A 36 - 81a Acero estructural.

### BULONERIA

ASTM A 193 - 83a Materiales de bulonería de acero aleado y acero inoxidable para servicio a alta temperatura.

ASTM A 194 - 83 Tuercas de acero al carbono y de aleación de acero para bulones destinados al servicio a alta presión y a alta temperatura.

ASTM A 307 - 83a Elementos de sujeción norm alizados de acero bajo en carbono, roscados externa e internamente (Bulones, espárragos, pernos de anclaje, tuercas).

ASTM A 320 - 83 Materiales de bulonería de aleación de acero para servicio a baja temperatura.

ASTM A 354 - 83a Bulones y espárragos de aleación de acero templado y revenido con tuercas adecuadas.

ASTM A 449 - 83a Bufones y espárragos de acero templado y revenido.

ANSI/ASME B 1.1 -1982 Roscas unificadas.

ANSI B 18.2 - 1981 Bulones y tornillos de cabeza cuadrada y hexagonal.

ANSI B 18.2.2 - 1972 (R 1983) Fiadores: Tuercas cuadradas y hexagonales.

### BRIDAS, ACCESORIOS PARA BRIDAS Y VALVULAS

ASTM A 105 - 83 Bridas para caños de acero forjado o laminado, accesorios forjados, válvulas y partes para servicio a alta temperatura.

ASTM A 181 - 83 Bridas para caños de acero forjado o laminado, válvulas y partes para servicios generales.

ASTM A 182 - 82a Bridas para caños de acero forjado o laminado, accesorios forjados, válvulas y partes para servicio a alta temperatura.

ASTM A 350 - 82	Bridas forjadas o laminadas de acero al carbono y aleación de acero, accesorios forjados, válvulas y partes para servicio a baja temperatura.
ANSI B 16.20 - 1973	Juntas de anillo y ranura para bridas, para caños de acero.
ANSI B 16.33 - 1981	Válvulas metálicas de accionamiento manual para uso en sistemas de cañerías de gas con presión manométrica de hasta 860 kPa (125 p.s.i.g.).
ANSI B 16.34 - 1981	Válvulas de acero, con extremos bridados o para soldadura a tope.
ANSI B 16.38 - 1978	Válvulas metálicas de gran tamaño de accionamiento manual, para sistemas de distribución de gas cuya presión manométrica máxima admisible de operación no sobrepase los 860 kPa (125 p.s.i.g.).
ANSI B 16.40 - 1977	Cierres y válvulas termoplásticas de accionamiento manual, en sistemas de distribución de gas.
NORMA API 600 - 1973	Válvulas esclusa de acero, con extremos bridados o para soldadura a tope, 7ª Edición.
MSS - SP - 6 - 1980	Terminaciones para las caras de contacto de las bridas de conexión de extremos de válvulas y accesorios ferrosos.
AWWA C 207 - 78	Bridas para caños de acero.

#### **ACCESORIOS SOLDADOS A TOPE**

ASTM A 234 - 82a	Accesorios forjados de acero al carbono y aleado, para temperaturas moderadas y elevadas.
ASTM A 420 - 83a	Accesorios forjados de acero al carbono y aleado, para servicio a baja temperatura.
ANSI B 16.28 - 1973	Codos de radio corto y curvas de acero forjado para soldar a tope.
ANSI B 16.9 - 1978	Accesorios forjados para soldar a tope, hechos en fábrica.
ANSI B 16.9a - 1981	(Adiciones)
ANSI B 16.25 - 1979	Extremos para soldadura a tope, (para caños, válvulas, bridas con cuello para soldar y bridas para caños).
MSS SP - 75 - 1983	Accesorios forjados para soldar a tope, de alta resistencia.

#### **ACCESORIOS ROSCADOS**

ANSI B 16.3 - 1977	Accesorios roscados de fundición maleable.
ANSI B 16.4 - 1977	Accesorios roscados de fundición de hierro.
ANSI B 16.14 - 1983	Tapones, bujes y contratueras roscados, de material ferroso.
ANSI B 16.15 - 1978	Accesorios roscados de bronce fundido.

## **ACCESORIOS VARIOS**

ANSI B 16.11 - 1980	Accesorios a enchufe de acero forjado, para soldar y roscados.
ANSI B 16.18 - 1978	Accesorios de fundición de aleación de cobre con junta soldada.
ANSI B 16.22 - 1980	Accesorios de cobre forjado y aleación de cobre, con junta soldada.
ANSI A 21.14 - 1979	Accesorios para gas, de fundición gris y maleable, de 75 mm (3") a 600 mm (24").
ASTM A 733 - 76	Niples de caño de acero al carbono soldado o sin costura y de acero inoxidable austenítico.
MSS SP - 79 - 80	Reducciones con enchufe para soldar.
MSS SP - 83 - 76	Uniones de caño de acero al carbono, con enchufe para soldar y roscadas.

## **NORMAS DIMENSIONALES**

API 5 B - 1979 y Suplemento 2 - 1982	Realización, calibración e inspección de roscas.
ANSI/ASME B 1.20.1 - 1983	Rosca para caños (excepto las de sellado en seco, o "Dryseal").
ANSI B 1.20.3 - 1976 (R 1982)	Roscas de sellado en seco o estancas ("Dryseal")

## **CAÑOS**

ASTM A 120 - 83	Caños de acero, negro y recubierto con cinc en baño caliente (galvanizado), soldado o sin costura, para uso corriente.
ASTM B 43 - 84	Caño de bronce rojo sin costura, diámetros normalizados.
ASTM A 155	Especificaciones de caño de acero soldado por fusión eléctrica, para servicio a alta presión.

## **MEDIO AMBIENTE**

ARPEL	<p>CODIGO DE PRACTICA AMBIENTAL. Incluye:</p> <p>Guía para el proceso de evaluación del impacto ambiental.</p> <p>Guía para el control y la mitigación de los efectos ambientales de la deforestación y la erosión.</p> <p>Normas para la administración ambiental del diseño, construcción, operación y mantenimiento de oleoductos.</p> <p>Recomendaciones para la coordinación de un plan de contingencia para combatir derrames de petróleo, entre las compañías miembros de A.R.P.E.L.</p> <p>Guía para el quemado de gas residual en instalaciones de exploración y producción.</p> <p>Guía para el retiro de servicio y el reacondicionamiento de tierra de superficie en instalaciones de producción y refinamiento de</p>
-------	--

petróleo.

Guía para la conducción de auditorías ambientales para operaciones petroleras en tierra.

Guía para el control de la contaminación de los tanques de almacenamiento subterráneo de petróleo.

Guía para la reducción y control de emisiones gaseosas de refinerías de petróleo.

Guía para el tratamiento y eliminación de desperdicios de perforación, de exploración y producción.

Guía para el manejo de residuos sólidos de refinerías de petróleo.

Guía para el manejo de residuos líquidos de refinerías de petróleo.

Guía para la disposición y el tratamiento de agua producida.

SECRETARIA DE ENERGIA

Manual de Gestión Ambiental de Conductos para Hidrocarburos e instalaciones complementarias.

#### OTROS CODIGOS Y PUBLICACIONES

ANSI/ASME B 31.1 - 1983	Cañerías para usinas.
ANSI/ASME B 31.4 - 1979 y Suplemento B 31.4 b 1981	Sistemas de cañería para transporte de petróleo líquido.
ANSI Z 223.1 - 1984	Código Nacional de Gas Combustible de EE.UU..
ANSI B 31.2 - 1968	Cañerías para gas combustible.
ANSI B 31.3 - 1984 y Suplemento	Cañerías para refinerías de petróleo y plantas químicas.
ASTM D 696 - 79	Métodos de prueba para determinación de coeficientes lineales de dilatación térmica de plásticos.
ASTM D 2235 - 81	Especificación de cemento disolvente para cañería y accesorios plásticos de Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno (ABS).
ASTM D 2560 - 80	Especificación de cementos disolventes para tubos, caños y accesorios plásticos de Butirato Acetato Celulósico (CAB).
ASTM D 2657 - 79	Prácticas para unión por calentamiento de caños y accesorios de poliolefinas.
ASTM D 2837 - 76 (R 1981)	Métodos para la obtención de bases para el cálculo hidrostático de caños de materiales termoplásticos.
ASTM D 2855 - 83	Prácticas recomendadas para realizar uniones con cemento disolvente en cañería y accesorios de Cloruro de Polivinilo (PVC).
ASTM E 84 - 84	Métodos para ensayo de las características de combustión de la superficie de materiales de construcción.
ASTM F 1055 - 87	Especificación normalizada de accesorios de polietileno, del tipo de electrofusión, para tubería y cañería de polietileno de diámetro exterior controlado.

A.G.A. XF 0277	Clasificación de las zonas de servicio de gas, para instalaciones eléctricas.
A.G.A. MANUAL	Principios y práctica del purgado.
API RP 500 C - 1966 (R 1965)	Práctica recomendada de clasificación de zonas para instalaciones eléctricas, en instalaciones de cañerías de transporte de petróleo y gas.
API RP 520 - 1963, 1967 (R 1973)	Práctica recomendada para el diseño e instalación de sistemas aliviadores de presión en refinerías, Partes I y II.
API RP 525 - 1960	Procedimiento de ensayo para dispositivos aliviadores de presión que descargan sobre contrapresión variable.
MSS SP - 58 - 1983	Soportes colgantes y apoyos - Materiales, diseño y fabricación.
MSS SP - 69 - 1983	Soportes colgantes y apoyos - Selección y aplicación.
NFPA Nº 10 - 1981	Extintores portátiles.
NFPA 54 - 84	Código Nacional de Gas Combustible.
NFPA Nº 220 - 1979	Tipos normalizados de construcción de edificios.
NFPA 224	Casas y campamentos en zonas boscosas.
NACE 3D 170	Métodos eléctricos modernos para determinar el régimen de corrosión.
NACE MR - 0175	Materiales metálicos resistentes al agrietamiento provocado por presencia de sulfuros, para equipos de campos petrolíferos.
NACE RP - 0169-92	Control de la corrosión externa en sistemas de cañerías metálicas enterradas o sumergidas.
NACE RP - 0175	Control de la corrosión interna en cañerías y sistemas de cañería, de acero.
NACE RP - 0274	Inspección de recubrimiento de cañerías mediante alta tensión eléctrica, antes de su instalación.
NACE RP - 0275	Aplicación de recubrimientos orgánicos a la superficie externa de cañería de acero para servicio bajo tierra.
NACE RP - 0375	Aplicación y manejo de coberturas protectoras tipo cera y sistemas de envoltura para cañerías enterradas.
PPI TCP - 141	Práctica normalizada para unión por electrofusión de cañería y accesorios de poliolefinas.
U.L. 723	Prueba de características de combustión de la superficie de materiales de construcción.

#### TABLA 7 i

Estos documentos están publicados por las siguientes organizaciones:

AGA - American Gas Association

1515 Wilson Boulevard  
Arlington, Virginia 22209

ANSI - American National Standards Institute  
1430 Broadway  
New York, New York 10018

API - American Petroleum Institute  
1220 L Street N.W.  
Washington, D.C. 20005

ARPEL - Asistencia Recíproca Petrolera Estatal Latinoamericana  
Javier de Viana 2345 - C.C. 1006  
11200 Montevideo. R.O. del Uruguay

ASTM - American Society for Testing and Materials  
1916 Race Street  
Philadelphia, Pennsylvania 19103

AWS - American Welding Society  
2501 N.W. Seventh Street  
Miami, Florida 33125

AWWA - American Water Works Association  
666 W. Quincy Avenue  
Denver, Colorado 30235

MSS - Manufacturer's Standardization Society of the Valves and Fittings Industry  
1815 Fort Meyer Drive  
Arlington, Virginia 22209

NACE - National Association of Corrosion Engineers  
P.O. Box 986  
Katy, Texas 77450

NFPA - National Fire Protection Association  
Batterymarch Park  
Quincy, Massachusetts 02269

PPL - Plastics Pipe Institute  
Wayne Interchange Plaza II  
155 Route 46 West  
Wayne, New Jersey 07470

UL - Underwriters Laboratories  
333 Pfingsten Road  
Northbrook, Illinois 60062

## APENDICE G-1A DEL MATERIAL DE GUIA

(Ver material de guía de las Secciones 7 y 144)

### ESPECIFICACIONES DE MATERIALES, CODIGOS Y NORMAS, ENUMERADOS PREVIAMENTE EN EL APENDICE A

TABLA 7 ii

#### A. INSTITUTO DEL PETROLEO DE EE.UU. (API)

- 1) Especificación API 5A, Especificación para caños camisa, de entubado y de perforación (1968, 1971, 1973 + Suplemento 1, 1979).
- 2) Especificación API 6A, Especificación para equipo de cabeza de pozo (1968, 1974, 1979).
- 3) Especificación API 6D, Especificación para cañerías y válvulas (1968, 1974, 1977).
- 4) Especificación API 5L, Especificación para caño de línea (1967, 1970, 1971 + Suplemento 1, 1975, 1980).
- 5) Especificación API 5LS, Especificación para caño de línea con soldadura en espiral (1967, 1970, 1971 + Suplemento 1, 1973 + Suplemento 1, 1975 + Suplemento 1, 1977, 1980).
- 6) Especificación API 5LX, Especificación para caño de línea de alta resistencia (1967, 1970, 1971 + Suplemento 1, 1973 + Suplemento 1, 1975 + Suplemento 1, 1977, 1980).
- 7) Práctica recomendada API 5L1, Práctica recomendada para transporte por ferrocarril de caño de línea. (1967, 1972).
- 8) Norma API 1104, Norma para soldadura de cañerías e instalaciones afines (1968, 1973, 1980).

#### B. SOCIEDAD DE ENSAYOS Y MATERIALES DE EE.UU. (ASTM)

- 1) Especificación ASTM A 53, Especificación normalizada para caño de acero, negro y cincado por inmersión en caliente, soldado y sin costura (A 53-65, A 53-68, A 53-73, A 53-79).
- 2) Especificación ASTM A 72, Especificación normalizada para caño soldado de hierro forjado (A 72-64T, A 72-68).
- 3) Especificación ASTM A 106, Especificación normalizada para caño sin costura de acero al carbono y para servicio a alta temperatura (A 106-66, A 106-68, A 106-72a, A 106-79b).
- 4) Especificación ASTM A 134, Especificación normalizada para caños de chapa de acero soldada por fusión eléctrica (arco), de 400 mm (16") de diámetro y mayores (A 134-74).
- 5) Especificación ASTM A 135, Especificación normalizada para caño de acero soldado por resistencia eléctrica (A 135-68, A 135-69T, A 135-73a, A 135-79).
- 6) Especificación ASTM A 139, Especificación normalizada para caños de acero soldado por fusión eléctrica (arco). de 100 mm (4") de diámetro y mayores (A 139-64, A 139-68, A 139-73, A 139-74).
- 7) Especificación ASTM A 155, Especificación normalizada para caños de acero soldados por fusión eléctrica, para servicio a alta presión (A 155-65, A 155-68, A 155-72a).
- 8) Especificación ASTM A 671, Caño de acero soldado por fusión eléctrica, para temperatura ambiente o más baja. (A 671-77).
- 9) Especificación ASTM A 672, Caño de acero soldado por fusión eléctrica para servicio a alta presión

a temperaturas moderadas (A 672-79).

- 10) Especificación ASTM A 691, Caño de acero al carbono y aleado soldado por fusión eléctrica para servicio a alta presión a altas temperaturas (A 691-79).
- 11) Especificación ASTM A 211, Especificación normalizada para caño de acero o hierro soldado en espiral (A 211-63, A 211-68, A 211-73, A 211-75).
- 12) Especificación ASTM A 333, Especificación normalizada para caño sin costura o soldado, para servicio a baja temperatura (A 333-64, A 333-67, A 333-73, A 333-79).
- 13) Especificación ASTM A 372, Especificación normalizada para piezas forjadas de acero al carbono o aleado para recipientes a presión de pared delgada (A 372-67, A 372-71, A 372-78).
- 14) Especificación ASTM A 377, Especificación normalizada para caño a presión de fundición gris y de fundición maleable (A 377-66, A 377-73, A 377-79).
- 15) Especificación ASTM A 381, Especificación normalizada de caño de acero soldado por arco metálico, para uso en sistemas de transmisión de alta presión (A 381-66, A 381-68, A 381-73, A 381-79).
- 16) Especificación ASTM A 539, Especificación normalizada para tubería de acero de bobina, soldado por resistencia eléctrica, para líneas de gas y de fuel oil (A 539-65, A 539-73, A 539-79).
- 17) Especificación ASTM B 42, Especificación normalizada para caño de cobre sin costura, diámetros normalizados (B 42-62, B 42-66, B 42-72, B 42-80).
- 18) Especificación ASTM B 68, Especificación normalizada para tubo de cobre sin costura recocido brillante (B 68-65, B 68-68, B 68-73, B 68-80).
- 19) Especificación ASTM B 75, Especificación normalizada para tubo de cobre sin costura (B 75-65, B 75-68, B 75-73, B 75-80).
- 20) Especificación ASTM B 88, Especificación normalizada de tubo de cobre sin costura para agua (B 88-66, B 88-72, B 88-80).
- 21) Especificación ASTM B 251, Especificación normalizada de requisitos generales para tubos sin costura, forjados, de cobre y aleación de cobre (B 251-66, B 251-68, B 251-72, B 251-76).
- 22) Especificación ASTM D 638, Método de ensayo normalizado de las propiedades de tracción del plástico (D 638-77a).
- 23) Especificación ASTM D 2513, Especificación normalizada de tubería, caños y accesorios termoplásticos para gas a presión (D 2513-66T, D 2513-68, D 2513-70, D 2513-71, D 2513-73, D 2513-74a, D 2513-78 ES, D 2513-81, D 2513-86a, D 2513-87).
- 24) Especificación ASTM D 2517, Especificación normalizada de caño y accesorios para gas a presión, de resina epoxi reforzada (D 2517- 66T, D 2517-67, D 2517-73).

### **C. INSTITUTO NACIONAL DE NORMAS DE EE.UU. (ANSI)**

- 1) ANSI A 21.1, Diseño de espesores de caño de fundición de hierro (A 21.1-1967, A 21.1-1972).
- 2) ANSI A 21.3, Especificación de caño para gas de fundición de hierro moldeado en foso de colada (A 21.3-1953).
- 3) ANSI A 21.7, Caño para gas de fundición de hierro, colado por centrifugado en moldes metálicos (A 21.7-1962).
- 4) ANSI A 21.9, Caño para gas de fundición de hierro colado por centrifugado en moldes revestidos con arena (A 21.9-1962).

- 5) ANSI A 21.11, Uniones con junta de goma para caños a presión y accesorios de fundición gris y maleable (A 21.11-1964, A 21.11-1972, A 21.11-1979).
- 6) ANSI A 21.50, Diseño de espesores de caño de fundición maleable (A 21.50-1965, A 21.50-1971, A 21.50-1976).
- 7) ANSI A 21.52, Caño para gas de fundición maleable, colado por centrifugado en moldes metálicos o revestidos con arena (A 21.52-1965, A 21.52-1971, A 21.52-1976).
- 8) ANSI B 16.1, Bridas y accesorios bridados para caño de fundición de hierro (B 16.1-1967, B 16.1-1975).
- 9) ANSI B 16.5, Bridas y accesorios bridados para caño de acero (B 16.5-1968, B 16.5-1973, B 16.5-1977).
- 10) ANSI B 16.24, Bridas y accesorios bridados para caño de bronce (B.16.24-1962, B 16.24-1971, B 16.24-1979).
- 11) ANSI B 36.10, Caño de acero forjado y hierro forjado (B 36.10-1959, B 36.10-1970, B 36.10-1979).
- 12) ANSI C1, Código Eléctrico Nacional de EE.UU. (C1-1968, C1-1975).
- 13) ANSI C 101-67, Diseño de espesores de caño de fundición de hierro (C101-67-1977).

**D. SOCIEDAD DE INGENIEROS MECANICOS DE EE.UU. (ASME)**

- 1) Código ASME sobre calderas y recipientes a presión, Sección VIII, Recipientes a presión, División 1 (1968, 1974, 1977).
- 2) Código ASME sobre calderas y recipientes a presión, Sección IX, Calificación de soldaduras (1968, 1974, 1977).

**E. SOCIEDAD DE NORMALIZACION DE LOS FABRICANTES DE LA INDUSTRIA DE VALVULAS Y ACCESORIOS DE EE.UU. (MSS)**

- 1) MSS SP-25, Sistemas de marcado normalizados para válvulas, accesorios, bridas y uniones (SP-25-1964, SP-25-1983).
- 2) MSS SP-52, Válvulas para caños de línea de fundición de hierro (SP-52-1957).
- 3) MSS SP-44, Bridas para caños de línea de acero (SP-44-1955, SP-44-1972, SP-44-1982).
- 4) MSS SP-70, Válvulas esclusa de fundición de hierro, con extremos bridados o roscados (SP-70-1970, SP-70-1984).
- 5) MSS SP-71, Válvulas de retención a clapeta, de extremos bridados o roscados (SP-71-1970, SP-71-1984).
- 6) MSS SP-78, Válvulas de tapón, de fundición de hierro (SP-78-1972, SP-78-1977).

**F. ASOCIACION NACIONAL DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS DE EE.UU.(NFPA)**

- 1) Norma NFPA 30, Código sobre líquidos combustibles e inflamables (30-1969, 30-1973, 30-1977).
- 2) Norma NFPA 58, Normas sobre el manejo y el almacenamiento de gases licuados de petróleo (58-1969, 58-1972, 58-1979).

- 3) Norma NFPA 59, Norma sobre el manejo y el almacenamiento de gases licuados de petróleo en plantas de empresas de servicio de gas (59-1968, 59- 1979).
- 4) Norma NFPA 59A, Almacenamiento y manejo de gas natural licuado (59 A-1971, 59 A 1972, 59 A-1979).
- 5) NFPA 70, Código Eléctrico Nacional de EE.UU. (ANSI/NFPA-70-1978).

## **APENDICE G-2 DEL MATERIAL DE GUIA**

(Ver Material de Guía para el Apéndice B)

### **TENSIONES DE FLUENCIA MINIMAS ESPECIFICADAS**

Como ayuda para la elección de los caños de acero, se indican en la Tabla G-2 las tensiones mínimas de fluencia especificadas para diversos grados. Esta tabla no es completa; para obtener la tensión mínima de fluencia especificada de otros caños, consultar la especificación respectiva.

#### **ABREVIATURAS:**

BW:	Soldado a tope en horno.
EW:	Soldado eléctricamente.
SAW:	Soldado por arco sumergido.
GMAW:	Soldado por arco metal - gas inerte (MIG).
ERW:	Soldado por resistencia eléctrica.
S:	Sin costura.
EFW:	Soldado por fusión eléctrica.
DSA:	Soldado por doble arco sumergido.

**TABLA G-2**

ESPECIFICACION	GRADO	TIPO	TFME (psi)
API 5 L	A25	BW,EW,S	25.000
API 5 L	A	EW,GMAW,S,SAW	30.000
API 5 L	B	EW,GMAW,S,SAW	35.000
API 5 L	X42	EW,GMAW,S,SAW	42.000
API 5 L	X46	EW,GMAW,S,SAW	46.000
API 5 L	X52	EW,GMAW,S,SAW	52.000
API 5 L	X56	EW,GMAW,S,SAW	56.000
API 5 L	X60	EW,GMAW,S,SAW	60.000
API 5 L	X65	EW,GMAW,S,SAW	65.000
API 5 L	X70	EW,GMAW,S,SAW	70.000
API 5 L	X80	EW,GMAW,S,SAW	80.000
ASTM A 53	Hornos Siemens Martin, eléctrico, básico con oxígeno	BW	25.000
ASTM A 53	Convertidor Bessemer	BW	30.000
ASTM A 53	A	ERW,S	30.000
ASTM A 53	B	ERW,S	35.000
ASTM A 106	A	S	30.000
ASTM A 106	B	S	35.000
ASTM A 106	C	S	40.000
ASTM A 135	A	ERW	30.000
ASTM A 135	B	ERW	35.000
ASTM A 139	A	EFW	30.000
ASTM A 139	B	EFW	35.000
ASTM A 381	Clase Y 35	DSA	35.000
ASTM A 381	Clase Y 42	DSA	42.000
ASTM A 381	Clase Y 46	DSA	46.000
ASTM A 381	Clase Y 48	DSA	48.000
ASTM A 381	Clase Y 50	DSA	50.000
ASTM A 381	Clase Y 52	DSA	52.000
ASTM A 381	Clase Y 56	DSA	56.000
ASTM A 381	Clase Y 6<)	DSA	60.000
ASTM A 381	Clase Y 65	DSA	65.000
ASTM A 134	-	EFW	(1)
ASTM A 155	-	EFW	(1)
ASTM A 333	1	S,ERW	30.000
ASTM A 333	3	S,ERW	36.000
ASTM A 333	4	S	35.000
ASTM A 333	6	S,ERW	35.000
ASTM A 333	7	S,ERW	35.000
ASTM A 333	8	S,ERW	75.000
ASTM A 333	9	S,ERW	46.000
ASTM A 359	-	ERW	35.000

(1) Ver la especificación pertinente de la chapa para obtener la tensión de fluencia mínima especificada.

**APENDICE G-3 DEL MATERIAL DE GUIA**  
 (Ver Material de Gula de la Sección 159)  
**FACTOR DE FLEXIBILIDAD "k"**  
**FACTOR DE INTENSIFICACION DE TENSIONES i**  
 (FIG 159 A)

DESCRIPCION	k	i	CARACTERISTICA DE FLEXIBILIDAD h	ESQUEMA
Codo o curva para soldar 1) 2) 3)	$\frac{1.65}{h}$	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{\bar{T} R_1}{(r_2)^2}$	
Curva a inglete (de tramos pequeños) S < r2 (1 + tg θ) 1) 2) 3)	$\frac{1.52}{h^{3/6}}$	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{\cot \theta \bar{T} s}{2 (r_2)^2}$	
Curva a inglete (de tramos amplios) S ≥ r2 (1 + tg θ) 1) 2) 4)	$\frac{1.52}{h^{5/6}}$	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{1 + \cot \theta}{2} \frac{\bar{T}}{r_2}$	
Te para soldar según ANSI B 16.9 1) 2) 6)	1	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$4.4 \frac{\bar{T}}{r_2}$	
Te fabricada, reforzada con corona circular o montura 1) 2) 6) 8)	1	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{(\bar{T} + \frac{1}{2} te)^{5/2}}{\bar{T}^{3/2} r_2}$	
Te fabricada, sin reforzar 1) 2) 6)	1	$\frac{0.9}{h^{2/3}}$	$\frac{\bar{T}}{r_2}$	
Unión soldada a tope, reducción o brida de cuello para soldar	1	1.0		
Brida deslizable con soldadura doble	1	1.2		
Unión soldada a filete (soldadura simple) brida soldada a enchufe o brida deslizable con soldadura simple	1	1.3		
Brida con unión de solapa (con unión de solapa con resalte ANSI B 16.9)	1	1.6		
Unión de caño roscado o brida roscada	1	2.3		
Caño recto corrugado o curvas corrugadas o plegadas	1	2.5		

## REFERENCIAS

- 1) Para accesorios y curvas a inglete, los factores de flexibilidad (k) y los factores de intensificación de tensiones (i) que se indican en la Fig. 159A se aplican sobre cualquier plano de la curva y no serán menores que la unidad; los factores de torsión, iguales a la unidad. Ambos factores se aplican sobre la longitud efectiva del arco (marcada en los esquemas con la línea gruesa central), para los codos curvados y construidos por ingletes y para el punto de intersección de las tes.
- 2) Los valores de k e i se pueden tomar directamente del Gráfico 1 de la Fig. 159 B entrando con la característica h, calculada a partir de las fórmulas dadas, donde:

$r_2$  = radio medio del caño a acoplar, en pulgadas

$R_1$  = radio de curvatura del codo para soldar o del caño curvado, en pulgadas.

T = para codos y curvas a inglete, el espesor nominal de pared del accesorio (ver nota 7); para tes, el espesor nominal de pared del caño a acoplar; en pulgadas.

$t_e$  = espesor de la planchuela o de la montura, en pulgadas.

$\theta$  = mitad del ángulo comprendido entre ejes adyacentes del inglete.

s = espaciamiento de los ingletes, tomado sobre la línea central.

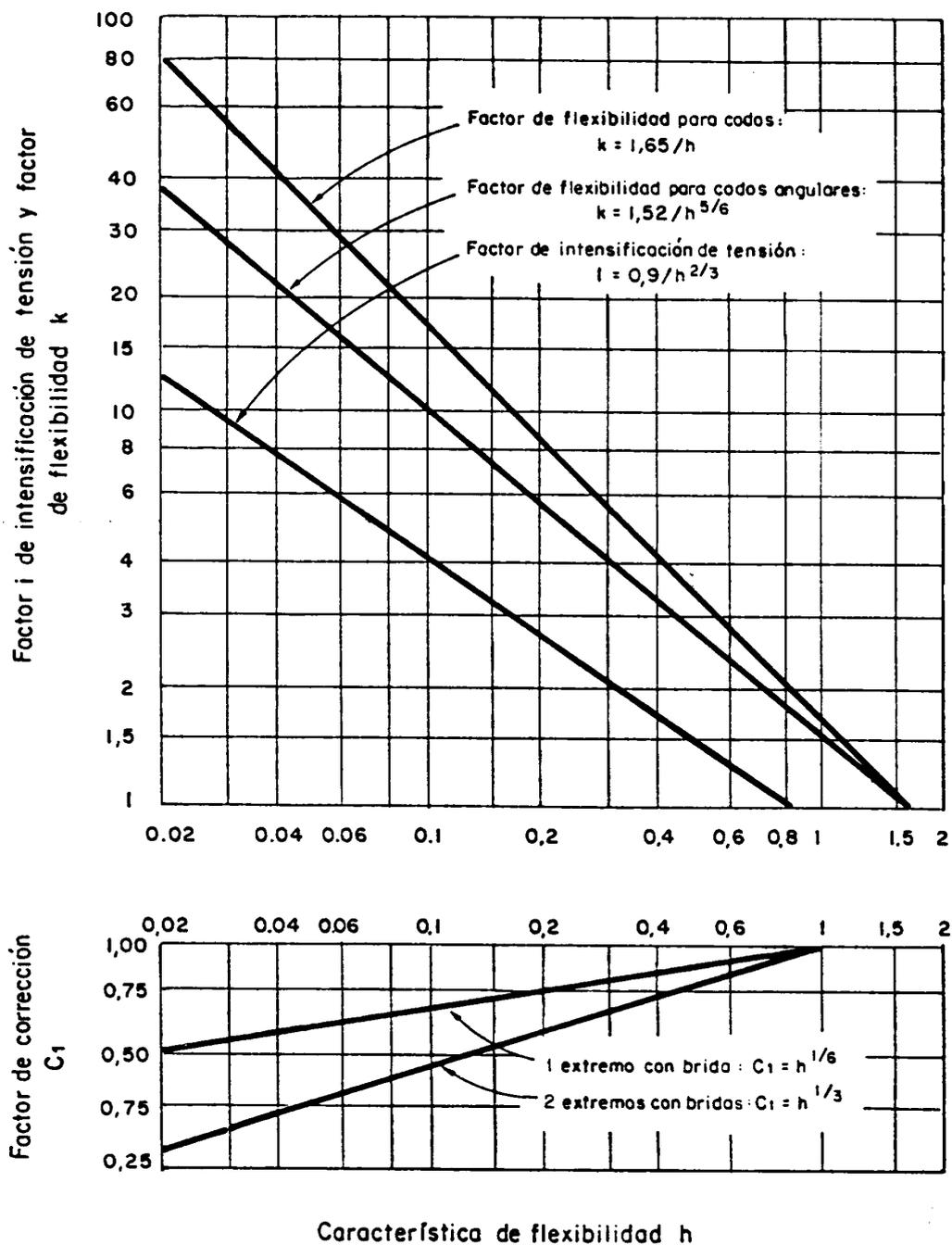
- 3) Cuando se fijan bridas en uno o en ambos extremos, los valores k e i que se dan en la Fig. 159A deben ser corregidos mediante los factores C, que figuran más abajo y que se pueden tomar directamente del Gráfico 2 de la Fig. 159B, entrando con la característica h, calculada:

un extremo con bridas:  $h^{1/6}$

ambos extremos con bridas:  $h^{1/3}$

- 4) También incluye el empalme a inglete simple.
- 5) Los factores que se muestran se aplican a la flexión, el factor de flexibilidad para la torsión es 0,9.
- 6) los factores de intensificación de tensión i de la Fig. 159A se obtuvieron a partir de ensayos realizados sobre conexiones de salida normales. Para reducciones deberán usarse los mismos valores hasta que se desarrollen otros más aptos.
- 7) El diseñador debe tener presente que los codos fundidos soldados a tope pueden tener paredes considerablemente más gruesas que las del caño con el cual se utilizan. A menos que se tenga en cuenta este mayor espesor, pueden cometerse grandes errores.
- 8) Cuando  $t_e$  es  $> 1 \frac{1}{2} T$ , utilizar  $h = 4,05 \frac{T}{r_2}$

( Fig. 159 B )



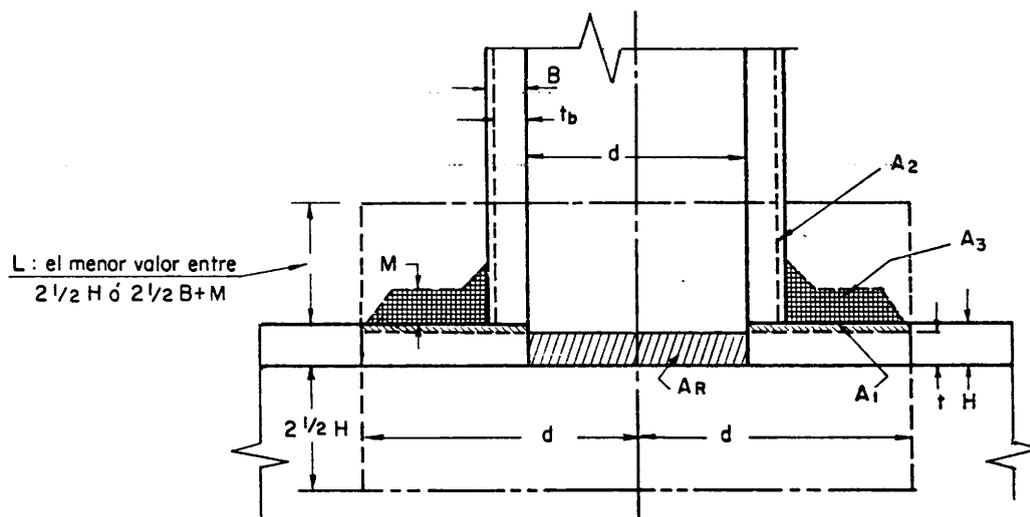


## APENDICE G-4 DEL MATERIAL DE GUIA

(Ver material de guía de las Secciones 155 y 157)

### REGLAS PARA EL REFUERZO DE CONEXIONES DE DERIVACIONES SOLDADAS

(Fig. 155 A)



"Área de Refuerzo" delimitada por -----

Área de refuerzo requerida  $A_R = (d) (t)$

Área disponible como refuerzo =  $A_1 + A_2 + A_3$

$$A_1 = (H - t) (d)$$

$$A_2 = 2 (B - t_b) L$$

$A_3 =$  Sumatoria del área de todos los refuerzos agregados, incluyendo áreas de soldadura comprendidas dentro del "Área de Refuerzo".

$A_1 + A_2 + A_3$  debe ser igual o mayor que  $A$ .

Donde:

H = espesor nominal de pared del cabezal.

B = espesor nominal de pared de la derivación.

$t_b$  = espesor nominal requerido de pared de la derivación (según la Sección correspondiente de la guía).

t = espesor nominal requerido de pared del colector (según la Sección correspondiente de la Guía).

d = longitud de la abertura terminada en la pared del colector (medida en forma paralela al eje del colector).

M = espesor real (mediante mediciones) o espesor nominal del refuerzo agregado.

FIGURA PARA EJEMPLO 1

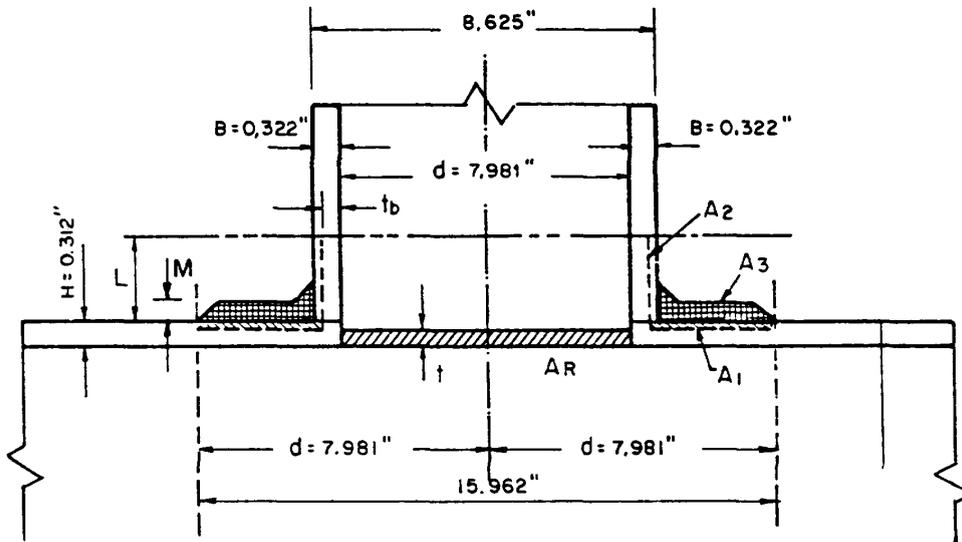
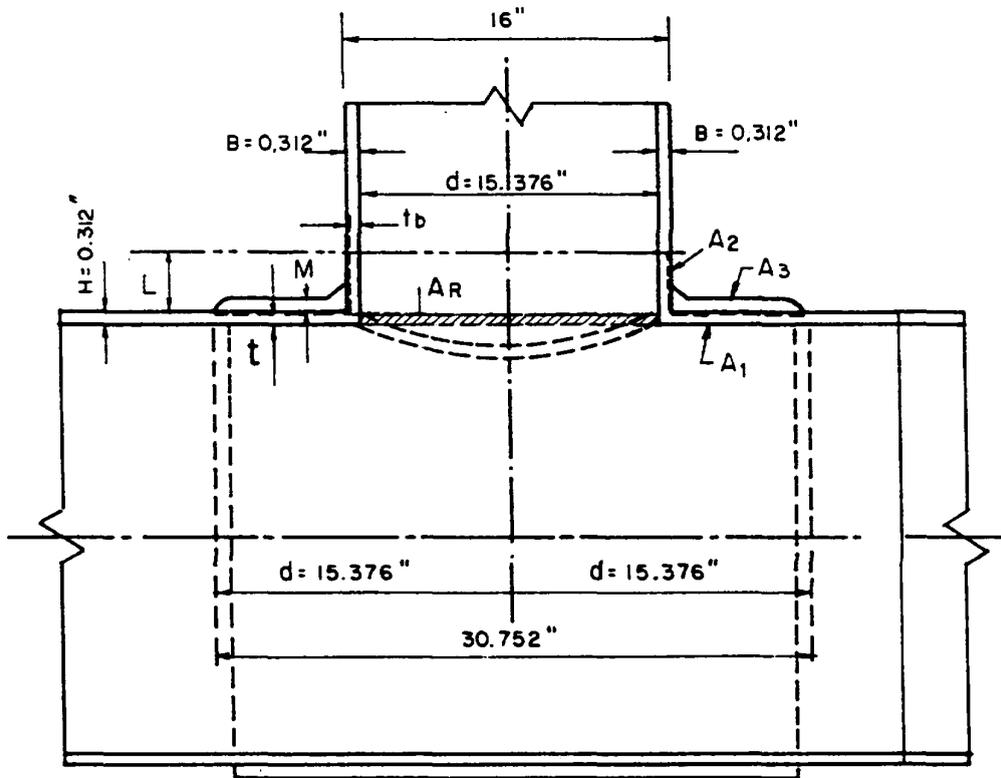


FIGURA PARA EJEMPLO 2



## EJEMPLOS QUE ILUSTRAN LA APLICACION DE LAS REGLAS PARA REFUERZO DE CONEXIONES SOLDADAS DE DERIVACIONES

Es esencial que estos ejemplos se empleen en conjunto con el material de guía de la Sección 155 y con este Apéndice del Material de Guía.

### Ejemplo 1

Se ha soldado una derivación de 8 5/8 pulg sobre un cabezal de 24 pulg. El material del cabezal es API 5LX 46 (S = 46000) con una pared de 0.312 pulg. El ramal es API 5L grado B (sin costura) (S = 35000) cédula 40 (Sch. 40) con pared de 0.322 pulg. La presión de trabajo (P) es de 650 lb/pulg<sup>2</sup>. La construcción está diseñada para un nivel de tensión de 0,60 de acuerdo con la Sección 111. La eficiencia de la junta es 1,00. La temperatura es de 100°F. Factores de diseño: F = 0,60 (Sec. 111); E = 1,00 (Sec. 113); T = 1,00 (Sec. 115). Para las dimensiones, ver la Figura para el ejemplo 1. Para un redondeado correcto ver Nota del ejemplo 2.

### Colector

espesor nominal de la pared:

$$t = \frac{PD}{2S \cdot F \cdot E \cdot T} = \frac{650 \times 24}{2 \times 46000 \times 0,60 \times 1,00 \times 1,00} = 0.283 \text{ pulg.}$$

Exceso de espesor en la pared del colector:

$$(H - t) = 0.312 - 0.283 = 0.029 \text{ pulg}$$

### Derivación

espesor nominal de la pared:

$$t_b = \frac{650 \times 8.625}{2 \times 35000 \times 0,60 \times 1,00 \times 1,00} = 0.134 \text{ pulg.}$$

Exceso de espesor en la pared de la derivación (B - t<sub>b</sub>) =

$$0.322 - 0.134 = 0.188 \text{ pulg}$$

$$d = \text{diámetro de la abertura} = 8.625 - (2 \times 0.322) = 7.981 \text{ pulg}$$

### Refuerzo requerido:

$$A_R = d \times t = 7.981 \times 0.283 = 2.26 \text{ pulg}^2$$

### Refuerzo suministrado:

$$A_1 = (H - t) d = 0.029 \times 7.981 = 0.23 \text{ pulg}^2$$

Area efectiva en la derivación:

Altura (L)

$$2,5 B + M \text{ (suponiendo planchuela de } 1/4\text{") } = 2,5 \times 0.322 + 0.25 = 1.05\text{"}$$

$$\text{ó } 2,5 H = 2,5 \times 0.312 = 0.78\text{" Usar } 0.78\text{"}$$

$$A_2 = 2 ( B - t_b ) L = 2 \times 0.188 \times 0.78 = 0.293 \text{ pulg}^2$$

Esto debe multiplicarse por 35000/46000

$$A_2 \text{ efectiva} = 0.293 \times \frac{35000}{46000} = 0.22 \text{ pulg}^2$$

$$\text{Area requerida } A_3 = A_R - A_1 - A_2 \text{ efectiva} = 2.26 - 0.23 - 0.22 = 1.81 \text{ pulg}^2$$

Usando planchuela de refuerzo de 1/4 pulg. de espesor (mínimo posible) de material de 15.5 pulg de diámetro y TFME = 46000;

$$\text{Area } (15.50 - 8.625) \times 0.25 = 1.71 \text{ pulg}^2$$

Soldaduras a filete (suponiendo dos soldaduras de 1/4 pulg a cada lado).

$$0.25 \times 0.25 \times 0.50 \times 2 \times 2 = 0.12 \text{ pulg}^2$$

$$\text{Total } A_3 \text{ suministrada: } 1.71 + 0.12 = 1.83 \text{ pulg}^2$$

## Ejemplo 2

Se ha soldado una derivación de 16 pulg sobre un colector de 24 pulg. El material del colector responde a la Norma API 5L 46 (S = 46000) con una pared de 0.312 pulg. La derivación responde a la norma API 5L grado B (sin costura) (S = 35000) cédula 20 (Sch. 20) con una pared de 0.312. La presión de trabajo (P) llega a 650 lb/pulg<sup>2</sup>. La construcción está diseñada para un nivel de tensión de 0,60 de acuerdo con la Sección 111. El refuerzo debe ser del tipo de circunferencia completa. La eficiencia de la junta es de 1,00. La temperatura es de 100°F. Factores de diseño: F = 0,60 (Sección 111); E = 1,00 (Sec. 113); T = 1,00 (Sec. 115). Para las dimensiones, ver la Figura para el ejemplo 2. Para un redondeado correcto ver Nota de este ejemplo.

## Colector

Espesor nominal de la pared:

$$t = \frac{P \cdot D}{2 \cdot S \cdot F \cdot E \cdot T} = \frac{650 \times 24}{2 \times 46000 \times 0,60 \times 1,00 \times 1,00} = 0.283 \text{ pulg}$$

Exceso de espesor en la pared del colector:

$$(H - t) = 0.312 - 0.283 = 0.029 \text{ pulg}$$

## Derivación

espesor nominal de la pared:

$$t_b = \frac{650 \times 16}{2 \times 35000 \times 0,60 \times 1,00 \times 1,00} = 0.248 \text{ pulg}$$

Exceso de espesor en la pared de la derivación

$$(B - t_b) = 0.312 - 0.248 = 0.064 \text{ pulg.}$$

$$d = \text{diámetro de la abertura} = 16.00 - (2 \times 0.312) = 15.376 \text{ pulg}$$

**Refuerzo requerido:**

$$A_R = d \times t = 15.376 \times 0.283 = 4.36 \text{ pulg}^2$$

**Refuerzo suministrado:**

$$A_1 = (H - t) d = 0.029 \times 15.376 = 0.44 \text{ pulg}^2$$

**Area efectiva de la derivación:**

$$\text{Altura (L)} = 2 \frac{1}{2} B + M \text{ (suponiendo una planchuela de } 5/16\text{") } = 2,5 \times 0.312 + 0.312 = 1.09 \text{ pulg}$$

$$\text{ó } 2 \frac{1}{2} H = 2,5 \times 0.312 = 0.78 \text{ pulg. Usar } 0.78 \text{ pulg.}$$

$$A_2 = 2 (H - t_b) L = 2 \times 0.064 \times 0.78 = 0.099 \text{ pulg}^2$$

Esto debe multiplicarse por 35000/46000

$$A_2 \text{ efectiva} = 0.099 \times \frac{35000}{46000} = 0.07 \text{ pulg}^2$$

$$\text{Area requerida } A_3 = A_R - A_1 - A_2 \text{ efectiva} = 4.36 - 0.44 - 0.07 = 3.85 \text{ pulg}^2$$

Usando una chapa de refuerzo de 5/16 pulg de espesor, de material de TFME = 46000, la longitud neta requerida (despreciando las soldaduras) es:

$$3.86 / 0.312 = 12.4 \text{ pulg}$$

Usando una planchuela de 29 pulg de longitud

$$A_3 = 0.312 \times (29 - 16) = 4.05 \text{ pulg}^2$$

Dos soldaduras de 1/4 de pulg en la derivación

$$2 \times 0.25 \times 0.25 \times 0,50 = 0.06 \text{ pulg}^2$$

$$A_3 \text{ suministrada} = 4.05 + 0.06 = 4.11 \text{ pulg}^2$$

El uso de soldaduras en los extremos es opcional.

Ver la Figura 155 D

**NOTA SOBRE REDONDEO**

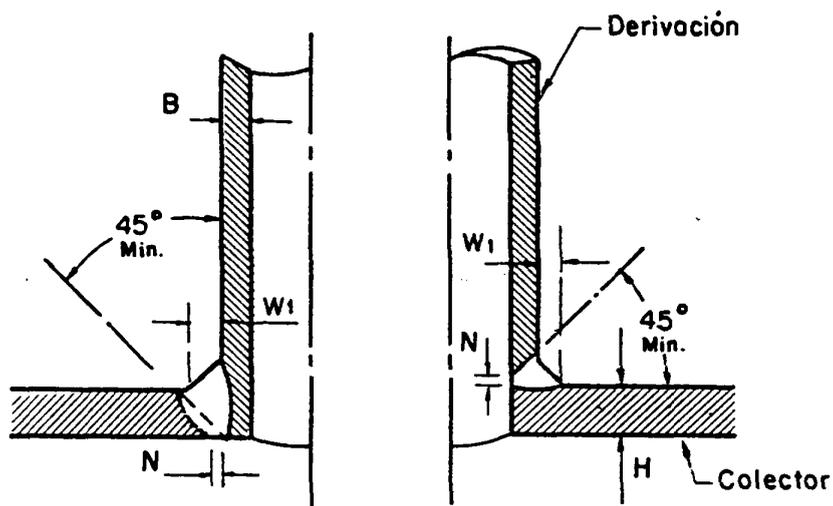
Los resultados de área requerida con dígitos significativos después del segundo lugar decimal fueron tomados con dos decimales, redondeando el segundo lugar decimal al número mayor siguiente.

Los resultados de área suministrada se tomaron con dos decimales suprimiendo los restantes.

La longitud requerida y el valor del espesor fueron tomados con tres decimales suprimiendo los restantes o se usaron, donde fue apropiado, las medidas de caño con tres decimales como están especificadas en las Normas API.

## DETALLES DE SOLDADURA PARA ABERTURAS SIN OTRO REFUERZO QUE EL DE LAS PAREDES DEL COLECTOR Y LA DERIVACION

(Fig. 155 B)



Cuando se emplea una montura para soldar, ésta deberá insertarse sobre este tipo de conexión.

$$W_1 = \frac{3}{8} B \text{ pero no menor de } 6 \text{ mm (1/4")}$$

N mínimo = 1,6 mm (1/16")

N máximo = 3 mm (1/8")

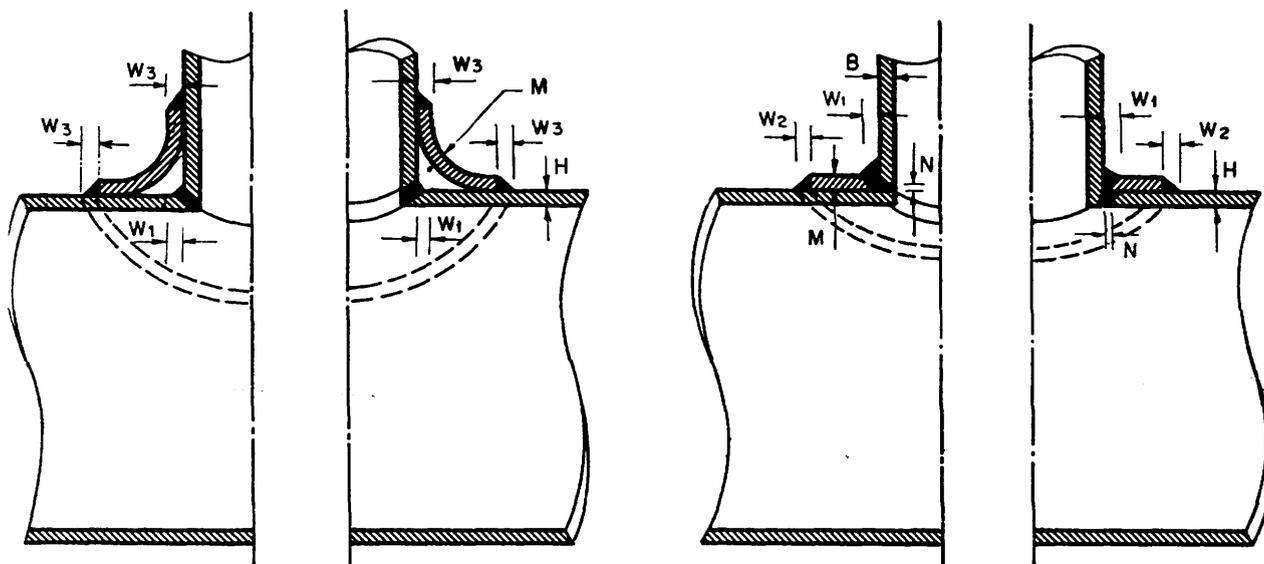
(A menos que se suelde la parte de atrás o se use aro de respaldo)

**DETALLES DE SOLDADURA PARA ABERTURAS  
CON REFUERZO TIPO LOCALIZADO**

(Fig. 155 C)

**MONTURA**

**CORONA CIRCULAR**



$$W_1 \text{ m\u00ednimo} = \frac{3}{8} B \text{ pero no menor que } 6,35 \text{ mm ( } 1/4 \text{ )}$$

$$W_2 \text{ m\u00ednimo} = \frac{1}{2} M \text{ pero no menor que } 6,35 \text{ mm ( } 1/4 \text{ )}$$

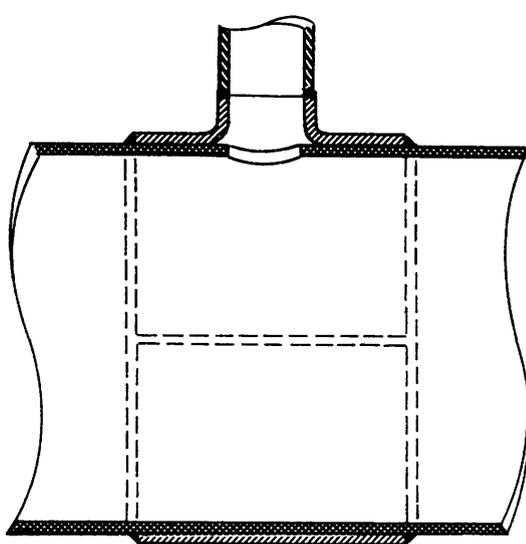
$$W_3 \text{ m\u00ednimo} = M \text{ pero no mas grande que } H$$

$N = 1,6\text{mm (} 1/16 \text{ ) m\u00ednimo; } 3,2 \text{ mm (} 1/8 \text{ ) m\u00e1ximo; (a menos que se emplee soldadura de refuerzo interior o aro de respaldo)}$

Toda secci\u00f3n de soldadura deber\u00e1 tener los lados de dimensiones iguales y la altura m\u00ednimo ser\u00e1 : 0,707 longitud de lado.

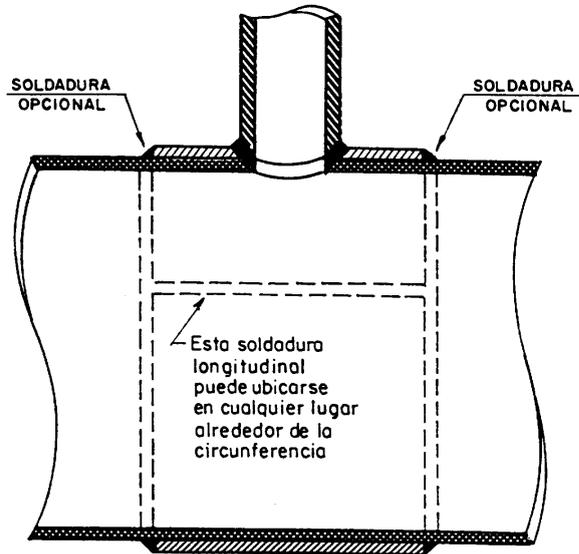
**NOTAS** Si M tiene mayor espesor que H el elemento de refuerzo deber\u00e1 rebajarse hasta el espesor de la pared del colector. Se prever\u00e1 una perforaci\u00f3n para detector perdidas en soldaduras ocultas y para proporcionar ventilaci\u00f3n mientras se efect\u00faa la soldadura y el tratamiento t\u00e9rmico.

**DETALLES DE SOLDADURA PARA ABERTURAS CON REFUERZO  
DE TIPO DE CIRCUNFERENCIA COMPLETA  
(Fig. 155 D )**



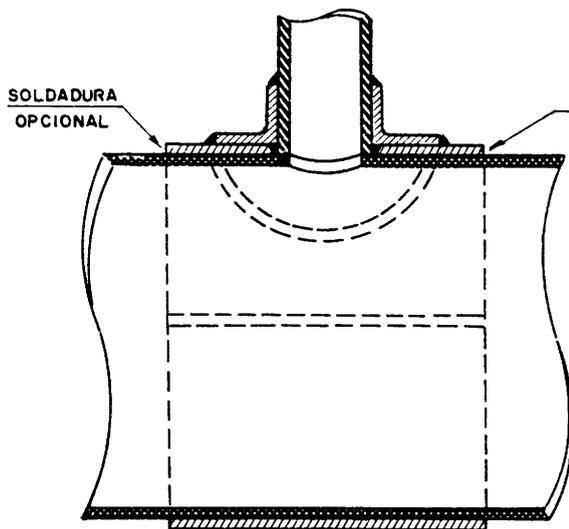
**TIPO TE**

NOTA: Dado que la presión del fluido se ejerce sobre ambos lados del metal de la cañería debajo de la te, el metal de la cañería no representa un refuerzo.

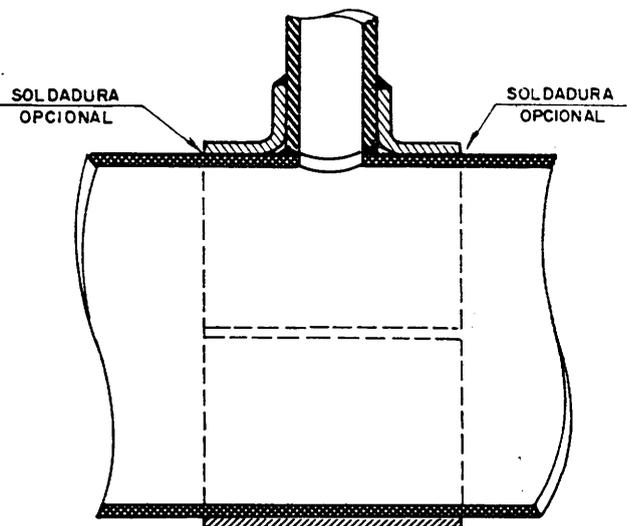


**TIPO MANGUITO**

NOTA: Se preverá un agujero en el refuerzo para detectar pérdidas en soldaduras ocultas y para proporcionar ventilación durante la soldadura y el tratamiento térmico, (ver punto 1.6 b del material de guía de la Sección 155. No se requiere para el tipo te



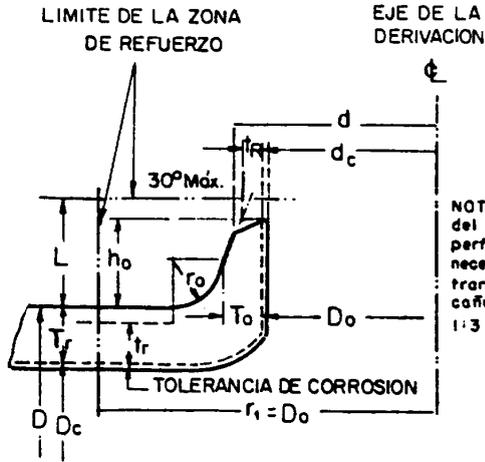
**TIPO MONTURA Y MANGUITO**



**TIPO MONTURA**

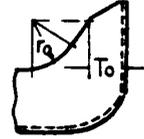
## COLECTORES EXTRUIDIDOS

(Fig. 157A)



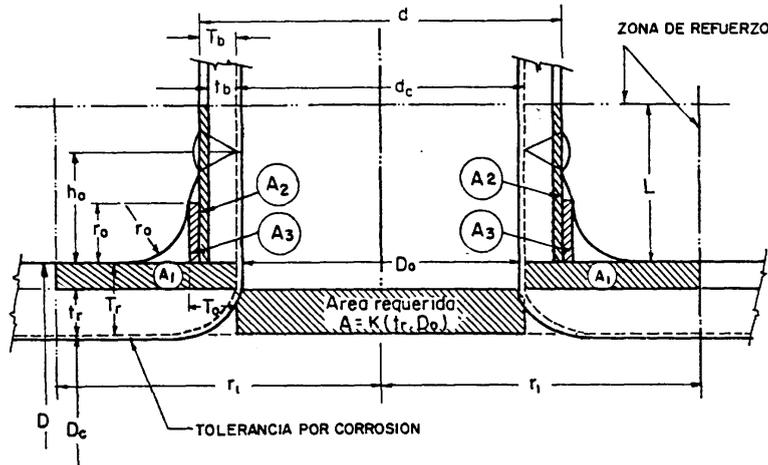
( Fig. 157 B )

NOTA 1 - Conicidad del interior de la perforación (si es necesario) para la transición con el caño de derivación: 1:3 de máxima pendiente

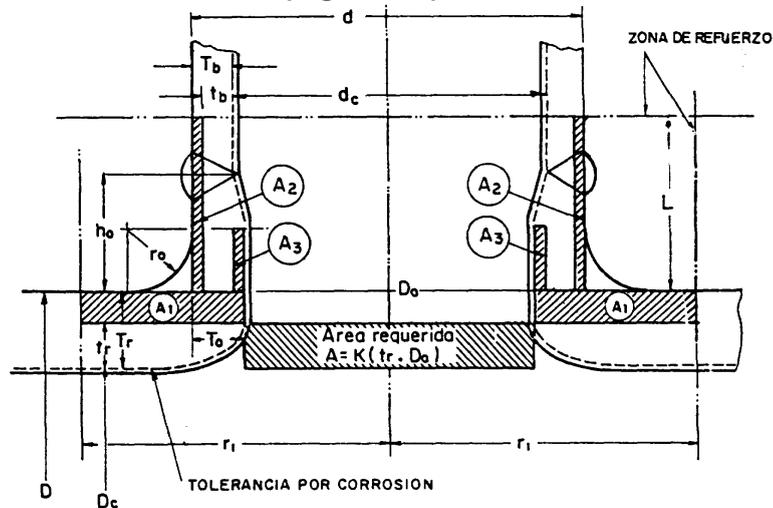


Croquis que ilustra el método para determinar  $T_o$ , cuando la conicidad excede su intersección con el radio.

**CROQUIS DIBUJADO PARA LA CONDICION  $K= 1,00$**   
(Fig. 157C)



**CROQUIS DIBUJADO PARA EL CASO EN QUE  $K = 1,00$**   
(Fig. 157 D)



## DEFINICIONES Y LIMITACIONES APLICABLES A LAS FIGURAS 157 A, B, C y D

Todas las medidas están en pulgadas

d = diámetro exterior del caño de derivación.

$d_c$  = diámetro interno corroído de la derivación.

D = diámetro exterior del colector.

$D_c$  = diámetro interno corroído del colector.

$D_o$  = diámetro interno corroído de la salida extruída medida al nivel de la superficie exterior del colector.

$H_o$  = altura del labio extruído. Debe ser igual o mayor que  $r_o$  ; con la excepción que se muestra en el punto (2), más abajo.

L = altura de la zona de refuerzo  $L = 0,7 - V d \times T_o$

$t_b$  = espesor requerido para la derivación de acuerdo con la fórmula de diseño de cañería de acero de la Sección 105, pero sin incluir ningún espesor para la corrosión.

$T_b$  = espesor real de la pared de la derivación, sin incluir la tolerancia para la corrosión.

$t_r$  = espesor requerido para el colector de cañería de acuerdo con la fórmula de diseño de cañería de acero de la Sección 105, pero sin incluir tolerancia alguna para la corrosión.

$T_r$  = espesor real de la pared del colector, sin incluir la tolerancia para la corrosión.

$T_o$  = espesor final corroído de la salida extruída medida a una altura igual a  $r_o$  , por sobre la superficie exterior del colector.

$r_1$  = la mitad del ancho de la zona de refuerzo (igual a  $D_o$ ).

$r_o$  = radio de curvatura del contorno externo de la porción de salida medida sobre el plano que contiene los ejes del colector y la derivación. Esto está sujeto a las siguientes limitaciones:

- 1) Radio mínimo: esta dimensión no deberá ser menor que  $0,05 d$ , excepto en los ramales de diámetro mayor de 30 pulg en los que no se necesitan más de 1,50 pulg.
- 2) Radio máximo: para caños de derivación de diámetros nominales de 6 pulg y mayores, esta dimensión no deberá exceder de  $0,10 d + 0,50$  pulg. Para caños de derivación de 8 pulg de diámetro nominal y menores, esta dimensión no superará 1,25 pulg.
- 3) Cuando el contorno externo contenga más de un radio, el radio de cualquier sector de arco de aproximadamente  $45^\circ$  cumplirá los requisitos enunciados en los puntos (1) y (2) que anteceden.
- 4) No se utilizará maquinado alguno a fin de cumplir los requisitos mencionados.

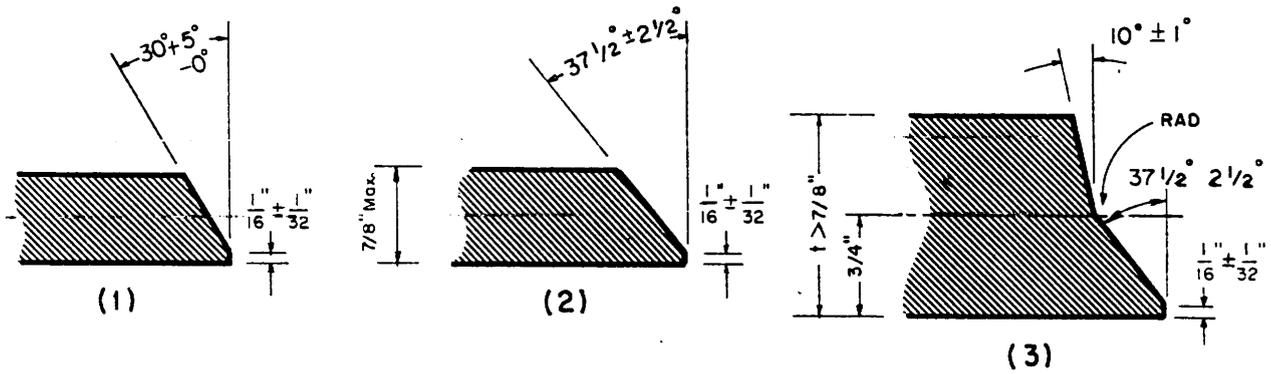
**APENDICE G-5 DEL MATERIAL DE GUIA**

(Ver material de guía de la Sección 235)

**PREPARACION DE EXTREMOS**

( Fig. 235 A)

**PREPARACIONES NORMALES**

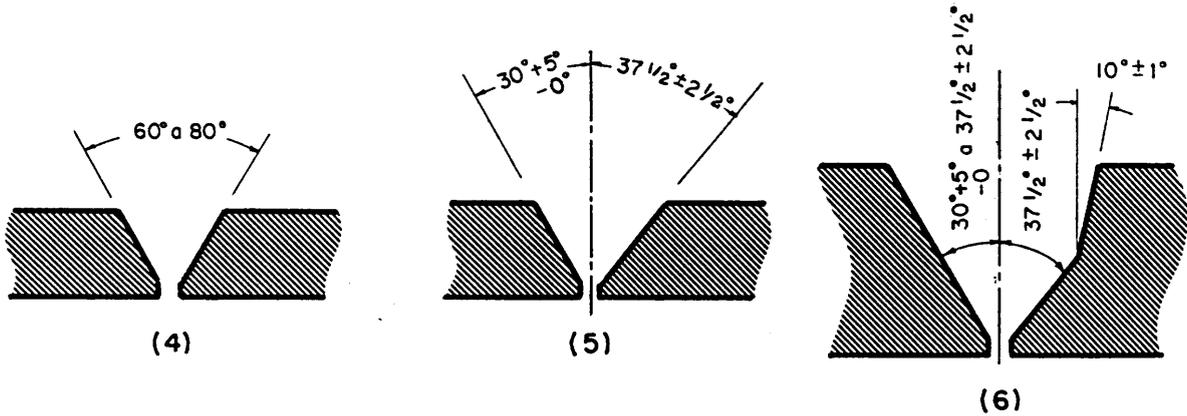


Preparación opcional del extremo del caño

Preparación normal de extremos de caños y accesorios para soldar a tope, de 22 mm ( 7/8 ") de espesor o más delgados.

Preparación sugerida de extremos de caños y accesorios, de más de 22 mm (7/8") de espesor.

**COMBINACIONES ACEPTABLES DE PREPARACION DE EXTREMOS DE CAÑOS**



## **PREPARACION DE EXTREMOS PARA SOLDADURA A TOPE DE SECCIONES QUE POSEAN DISTINTO ESPESOR Y TENSIONES MINIMAS DE FLUENCIA ESPECIFICADAS (TFME) DIFERENTES**

Notas explicatorias

### **1. GENERALIDADES**

- a) La soldadura a tope deberá efectuarse en caños que estén alineados concéntricamente.
- b) La Fig. 235B ilustra las preparaciones aceptables de extremos para soldar a tope caños de distinto espesor y/o tensiones mínimas de fluencia especificadas diferentes.
- c) La Fig. 235B (1) indica la terminología empleada en este documento.
- d) Todos los diámetros interiores y exteriores, y los espesores de pared serán considerados nominales en el mismo sentido de la definición de espesor de pared nominal dada en el material de guía de la Sección 3.
- e) El espesor de las secciones a unir, más allá de la zona proyectada para la unión, deberá cumplir con los requisitos de diseño de esta Norma y con las recomendaciones de esta Guía.
- f) Cuando las tensiones mínimas de fluencia especificadas de las secciones a unir son distintas, el material de aporte de la soldadura deberá tener propiedades mecánicas iguales, como mínimo, a las de la sección de mayor resistencia.
- g) La transición entre extremos de diferente espesor puede efectuarse mediante biselado o soldadura, como se ilustra, o por medio de un anillo de transición prefabricado.
- h) Deberán evitarse ranuras o muescas agudas en el borde de soldadura.
- i) No se recomienda el ángulo mínimo de bisel para caños de igual tensión mínima de fluencia especificada.
- j)  $t_0$  es el espesor de la sección más gruesa, de acuerdo con las ecuaciones para cálculo de caños de acero de la Sección 105.  $t_0$  no deberá ser mayor de 1,5 veces el espesor de la pared de la sección más fina.
- k) En este documento, el desnivel interno es la diferencia entre los radios interiores de los caños y el desnivel externo es la diferencia entre los radios exteriores.

### **2. DIAMETROS INTERIORES DESIGUALES**

#### **2.1. Tensión circunferencial menor del 20 por ciento de la tensión mínima de fluencia especificada**

Si el desnivel interno no es mayor de 3,2 mm (1/8"). no será necesario un tratamiento especial. Si es mayor de 3,2 mm (1/8"), ver punto 2.2. a continuación.

#### **2.2. Tensión circunferencial igual o mayor al 20 por ciento de la tensión mínima de fluencia especificada**

- a) Si el desnivel interno no es mayor de 2,4 mm (3/32") no será necesario un tratamiento especial. Ver Fig. 235B (2).
- b) Si el desnivel interno es mayor de 2,4 mm (3/32") y no hay acceso para soldar internamente, la transición deberá efectuarse por medio de un bisel realizado en el interior del extremo de la sección más gruesa. El ángulo del bisel no deberá ser menor de 14° ni mayor de 30°, a menos que los caños sean de igual tensión mínima de fluencia especificada. Ver Fig. 235B (3).

- c) Si el desnivel interno es de más de 2,4 mm (3/32") pero no mayor que la mitad del espesor de la sección más delgada y hay acceso para soldar internamente, la transición puede hacerse con una soldadura biselada como se muestra en la Fig. 235B (4). La parte no biselada (ver Fig. 235B(1)) del extremo de la sección más gruesa deberá ser igual al desnivel más la parte no biselada de la otra sección.
- d) Si el desnivel interno es de más de la mitad del espesor de la sección más delgada y hay acceso para soldar internamente, la transición puede realizarse con un bisel efectuado en el interior del extremo de la sección más gruesa, como se observa en la Fig. 235B (3), o por una combinación de soldadura en bisel hasta la mitad del espesor de la sección más gruesa y un bisel realizado a partir de ese punto, como se muestra en la Fig. 235B (5).

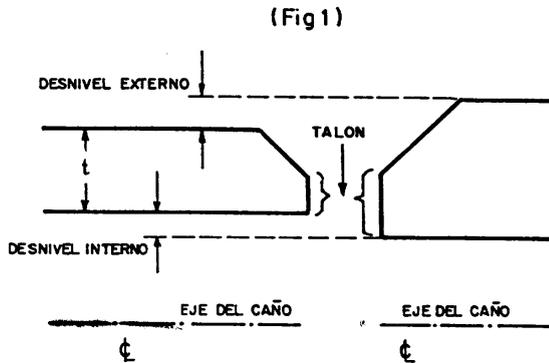
### **3. DIAMETROS DESIGUALES EXTERNOS**

- a) Si el desnivel externo no es mayor a la mitad del espesor de la sección más delgada, puede realizarse la transición mediante soldadura según se muestra en la Fig. 235B (6) siempre que el ángulo de desnivel de la superficie no sea mayor a 30° y ambos bordes biselados sean fusionados adecuadamente.
- b) Si el desnivel externo es mayor a la mitad del espesor de la sección más delgada, esta porción del desnivel externo sobre 0,5 t deberá ser biselada como se muestra en la figura 235 B (7).

### **4. DIAMETROS DESIGUALES EXTERNOS E INTERNOS**

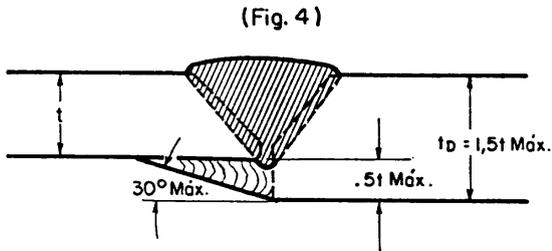
Si existen a la vez un desnivel externo y uno interno, el diseño de la unión deberá ser una combinación de las Fig. 235B (2) hasta (7), por ej. como en la Fig. 235B (8). Deberá prestarse particular atención a la alineación correcta bajo estas condiciones.

## DISEÑOS ACEPTABLES PARA ESPESORES DESIGUALES DE PARED (Fig 235 B)

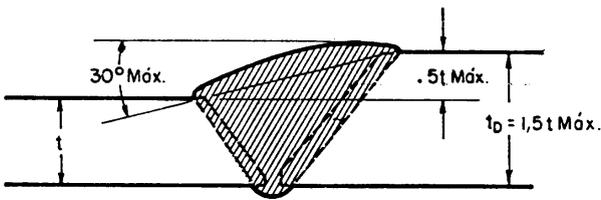


NOTA:  $t_D$  es el espesor de la sección mas gruesa, de acuerdo con la ecuación de cálculo de caños de acero de la sección 105.

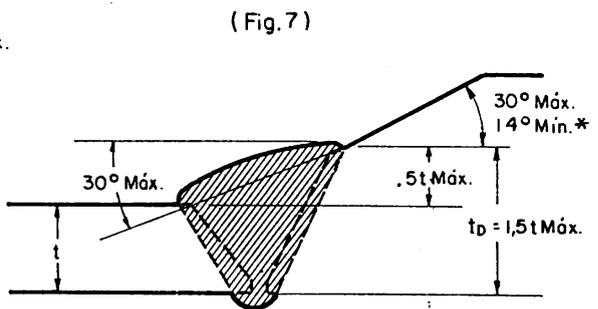
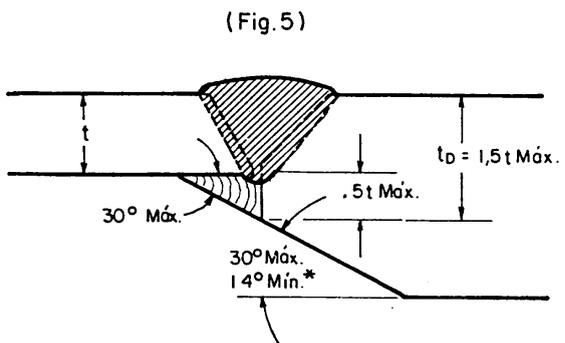
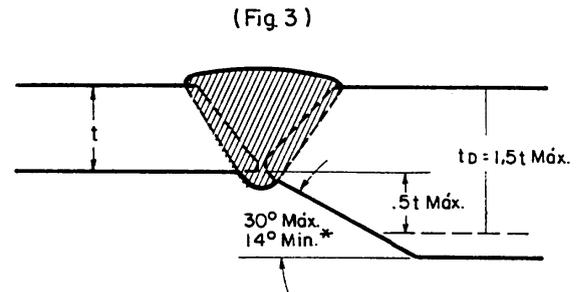
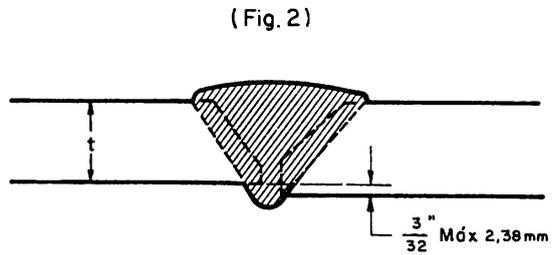
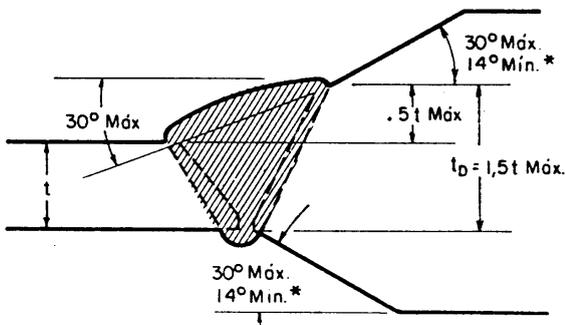
$t_D$  no deberá ser mayor de 1,5 veces el espesor de pared de la sección mas delgada.



(Fig. 6)

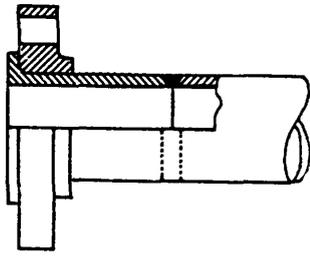


(Fig. 8)

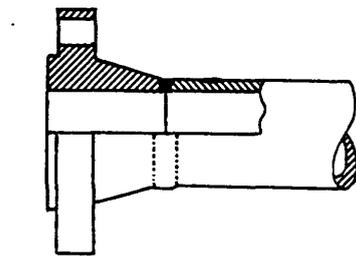


\* No hay mínimo cuando los materiales unidos tienen igual resistencia a la fluencia

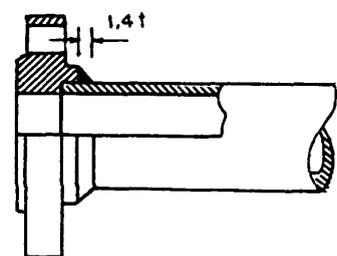
**DETALLES DE SOLDADURA VARIOS**  
(Fig. 235 C)



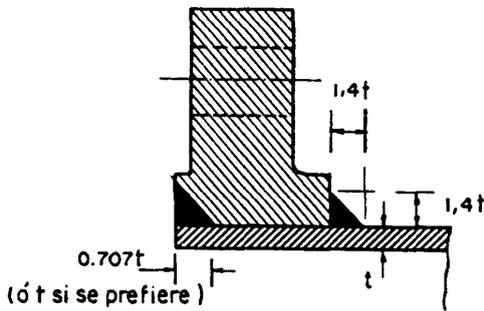
(1) BRIDA CON JUNTA A SOLAPA



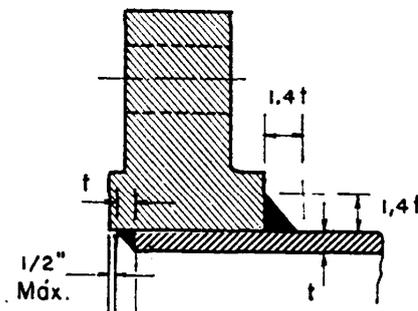
(2) BRIDA PARA SOLDAR A TOPE



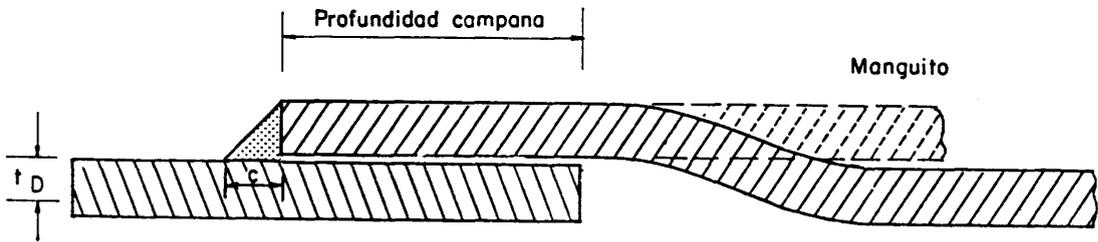
(3) BRIDA A ENCHUFE PARA SOLDAR



(4) SOLDADURA DE CARA Y REFUERZO



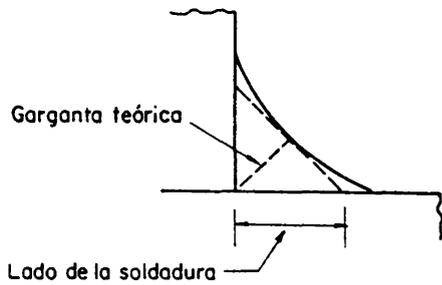
(5) SOLDADURA DE FRENTE Y REVERSO



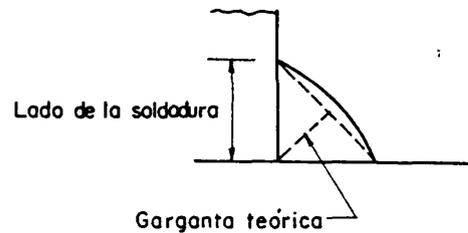
$c$  Mínimo =  $1 \frac{1}{4} t_D$ ; donde  $t_D$  = espesor de diseño de la pared

Extremo macho del caño

(6) (UNION DE ENCHUFE Y EPIGA Y UNION DE MANGUITO). PARA ACCESORIOS A ENCHUFE PARA SOLDAR. HACER REFERENCIA A LA NORMA ANSI B 16.11.



(7) SOLDADURA DE FILETE CONCAVO



(8) SOLDADURA DE FILETE CONVEXO



## APENDICE G-6 DEL MATERIAL DE GUIA

(Ver material de guía de la Sección 485)

### DETERMINACION DE LA DIMENSION MAXIMA DE LA PICADURA POR CORROSION

La profundidad de una picadura por corrosión puede expresarse como un porcentaje del espesor nominal de la pared del caño según la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de profundidad de la picadura} = 100 (d/t) \quad \text{FORMULA 1}$$

d = profundidad máxima del área corroída

t = espesor nominal de pared especificado de la cañería

El área corroída contigua con una profundidad mayor del 10% pero menor que el 80% del espesor de pared especificado del caño no deberá extenderse a lo largo del eje longitudinal del caño por una distancia mayor que la calculada a partir de la fórmula:

$$L = 1,12B \sqrt{Dt} \quad \text{FORMULA 2}$$

(L también puede determinarse a partir de las Tablas 485 iii a xi del APENDICE G-7 del Material de Guía).

Siendo:

L = extensión longitudinal del área corroída, en pulgadas, medida como se muestra en la figura 485 B.

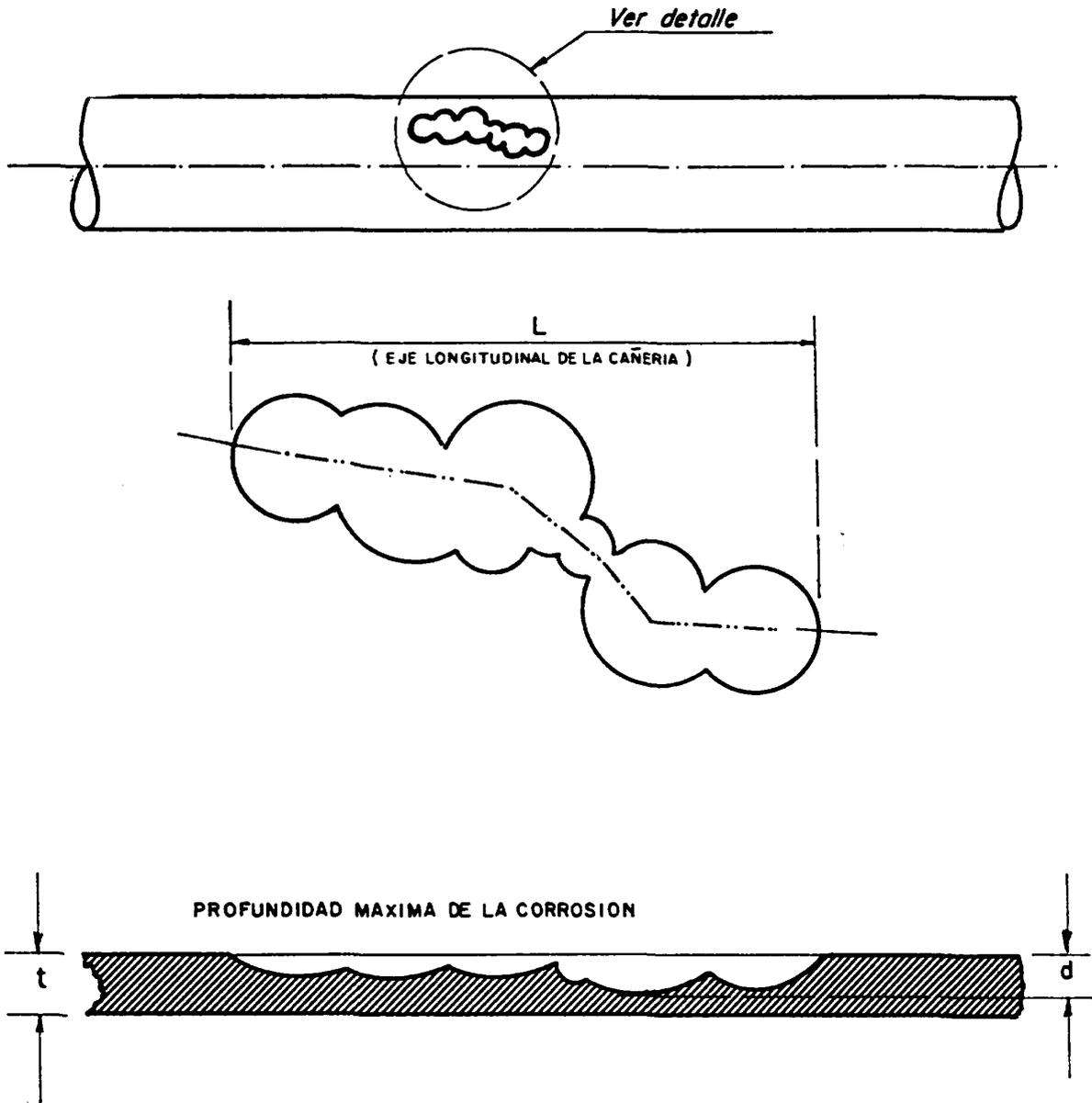
D = diámetro exterior nominal del caño, en pulgadas.

B = valor que puede determinarse por medio de la curva de la figura 485C, o por la fórmula:

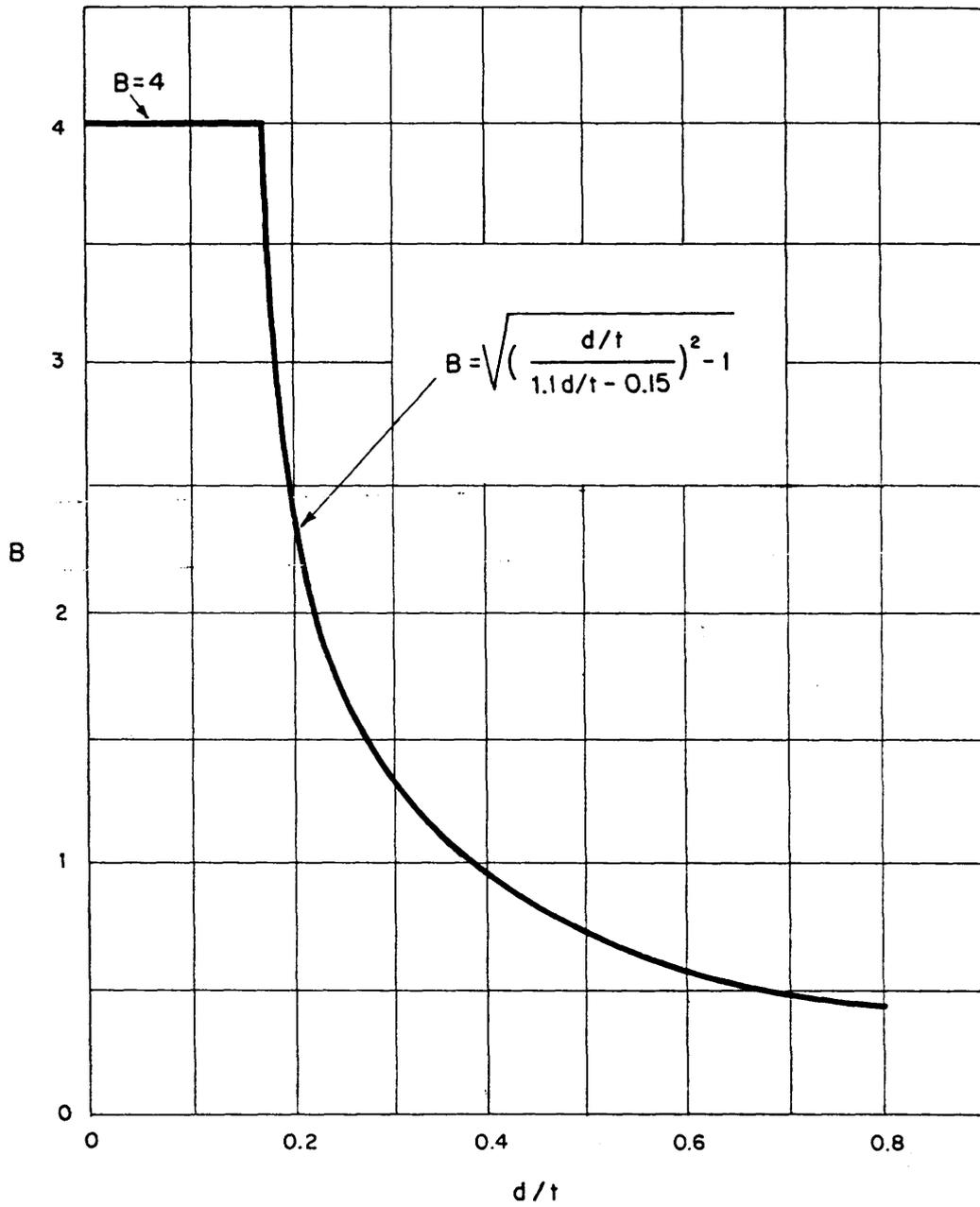
$$B = \sqrt{\left( \frac{d/t}{1,1 d/t - 0,15} \right)^2 - 1} \quad \text{FORMULA 3}$$

con la salvedad de que B no puede exceder el valor 4. Si la profundidad de la corrosión está entre el 10% y el 17,5% usar B = 4,0 en la fórmula 2.

PARAMETROS DE CORROSION USADOS EN EL ANALISIS  
Fig. 485 B



( Fig. 485 C )





## APENDICE G-7 DEL MATERIAL DE GUIA

(Ver material de guía de la Sección 485)

### TABLAS PARA LIMITES DE CORROSION

Las tablas de este Apéndice están calculadas a partir de las fórmulas 1, 2 y 3 del Apéndice G-6 del material de guía. Ofrecen una rápida referencia de la extensión máxima de la corrosión para un espectro de diámetros de caños, espesores de pared y profundidades de las picaduras. Estas tablas también pueden usarse para determinar la longitud máxima de un área contigua de corrosión de acuerdo a lo establecido en el Apéndice G-6 del material de guía.

- 1) Mida la profundidad en el punto de corrosión más profunda y la extensión longitudinal del área corroída según se muestra en la Fig. 485B.
- 2) Determine el diámetro nominal exterior del caño y el espesor de la pared.
- 3) Diríjase a la página de la tabla correspondiente al diámetro exterior nominal del caño.
- 4) Ubique el renglón que muestra la profundidad de la máxima picadura medida. Si no figura el valor exacto, elija el renglón del valor inmediato más profundo.
- 5) Busque la columna que muestra el espesor de pared especificado del caño. Si el valor exacto no figura, utilice la columna del valor inmediato más delgado.

El valor hallado en la intersección de la columna del espesor de pared y el renglón de la profundidad de la picadura, es el valor máximo para la extensión longitudinal de tal área corroída (L). según se muestra en la Fig. 485B.

TABLA 485 iii  
VALORES DE L PARA CAÑOS DE 2.375 PULG A 6.625 PULG DE DIAMETRO

Profund. de la picadura (d) (pulg)	Espesor de pared del caño (t), (pulg.)								Profund. de la picadura (d) (pulg)	
	0.083	0.109	0.125	0.141	0.154	0.172	0.188	0.218		
0.01	2									0.01
0.02	$1\frac{5}{16}$	$1\frac{15}{16}$	$2\frac{7}{16}$	$2\frac{9}{16}$	$2\frac{11}{16}$	$2\frac{7}{8}$	3			0.02
0.03	$\frac{1}{2}$	$\frac{7}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{5}{8}$	$2\frac{7}{8}$	3	$3\frac{1}{4}$		0.03
0.04	$\frac{3}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$1\frac{5}{16}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{4}$		0.04
0.05	$\frac{5}{16}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{9}{16}$	$1\frac{1}{16}$	$1\frac{3}{16}$	1	$1\frac{5}{16}$	$1\frac{1}{8}$		0.05
0.06	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{9}{16}$	$1\frac{1}{16}$	$1\frac{3}{16}$	$1\frac{5}{16}$	$1\frac{7}{16}$	$1\frac{3}{8}$	0.06
0.07		$\frac{5}{16}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{9}{16}$	$1\frac{1}{16}$	$1\frac{3}{16}$	$\frac{3}{4}$	1	0.07
0.08		$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{9}{16}$	$1\frac{1}{16}$	$1\frac{3}{16}$	$1\frac{5}{16}$	0.08
0.09			$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	0.09
0.10			$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{16}$	$1\frac{1}{8}$	0.10
0.11				$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$		0.11
0.12					$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{9}{16}$		0.12
0.13						$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$		0.13
0.14							$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{16}$		0.14
0.15							$\frac{5}{16}$	$\frac{7}{16}$		0.15
0.16								$\frac{3}{8}$		0.16
0.17								$\frac{3}{8}$		0.17

TABLA 485 iv  
VALORES DE L PARA CAÑOS DE 6.625 PULG A 10.750 PULG DE DIAMETRO

Profund. de la picadura (d) (pulg)	Espesor de pared del caño (t), (pulg.)								Profund. de la picadura (d) (pulg)	
	0.083	0.125	0.156	0.188	0.203	0.219	0.250	0.312		
0.010	3 <sup>5</sup> / <sub>16</sub>									0.010
0.020	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	4 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	4 <sup>9</sup> / <sub>16</sub>	5						0.020
0.030	<sup>7</sup> / <sub>8</sub>	1 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	3 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	5	5 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>	5 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	5 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>			0.030
0.040	<sup>5</sup> / <sub>8</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	2 <sup>15</sup> / <sub>16</sub>	3 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	4 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	5 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	6 <sup>7</sup> / <sub>16</sub>		0.040
0.050	<sup>1</sup> / <sub>2</sub>	<sup>15</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	1 <sup>13</sup> / <sub>16</sub>	2 <sup>5</sup> / <sub>16</sub>	2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	3 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	6 <sup>7</sup> / <sub>16</sub>		0.050
0.060	<sup>7</sup> / <sub>16</sub>	<sup>13</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	1 <sup>9</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	2 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	2 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	4 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>		0.060
0.070		<sup>11</sup> / <sub>16</sub>	<sup>15</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>5</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>7</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	2 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	3 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>		0.070
0.080		<sup>9</sup> / <sub>16</sub>	<sup>13</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1 <sup>7</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	2 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>		0.080
0.090		<sup>1</sup> / <sub>2</sub>	<sup>3</sup> / <sub>4</sub>	1	1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1 <sup>9</sup> / <sub>16</sub>	2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>		0.090
0.100		<sup>7</sup> / <sub>16</sub>	<sup>11</sup> / <sub>16</sub>	<sup>7</sup> / <sub>8</sub>	1	1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	1 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	2		0.100
0.110			<sup>9</sup> / <sub>16</sub>	<sup>13</sup> / <sub>16</sub>	<sup>7</sup> / <sub>8</sub>	1	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>		0.110
0.120			<sup>9</sup> / <sub>16</sub>	<sup>3</sup> / <sub>4</sub>	<sup>13</sup> / <sub>16</sub>	<sup>15</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	1 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>		0.120
0.130				<sup>11</sup> / <sub>16</sub>	<sup>3</sup> / <sub>4</sub>	<sup>7</sup> / <sub>8</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>7</sup> / <sub>16</sub>		0.130
0.140				<sup>5</sup> / <sub>8</sub>	<sup>11</sup> / <sub>16</sub>	<sup>13</sup> / <sub>16</sub>	<sup>15</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>		0.140
0.150				<sup>9</sup> / <sub>16</sub>	<sup>5</sup> / <sub>8</sub>	<sup>3</sup> / <sub>4</sub>	<sup>7</sup> / <sub>8</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>		0.150
0.160					<sup>9</sup> / <sub>16</sub>	<sup>11</sup> / <sub>16</sub>	<sup>13</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>		0.160
0.170						<sup>5</sup> / <sub>8</sub>	<sup>3</sup> / <sub>4</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>		0.170
0.180							<sup>3</sup> / <sub>4</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>		0.180
0.190							<sup>11</sup> / <sub>16</sub>	1		0.190
0.200							<sup>5</sup> / <sub>8</sub>	<sup>15</sup> / <sub>16</sub>		0.200
0.210								<sup>7</sup> / <sub>8</sub>		0.210
0.220								<sup>13</sup> / <sub>16</sub>		0.220
0.230								<sup>13</sup> / <sub>16</sub>		0.230
0.240								<sup>3</sup> / <sub>4</sub>		0.240

TABLA 485 v  
VALORES DE L PARA CAÑOS DE 10.750 PULG A 16.000 PULG DE DIAMETRO

Profund. de la picadura (d) (pulg)	Espesor de pared del caño (t), (pulg.)								Profund. de la picadura (d) (pulg)	
	0.156	0.219	0.250	0.307	0.344	0.365	0.438	0.500		
0.020	5 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>									0.020
0.030	4 <sup>5</sup> / <sub>16</sub>	6 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	7 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>							0.030
0.040	2 <sup>7</sup> / <sub>16</sub>	5 <sup>15</sup> / <sub>16</sub>	7 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	8 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	8 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	8 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>				0.040
0.050	1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	4 <sup>15</sup> / <sub>16</sub>	8 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	8 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	8 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	9 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	10 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>		0.050
0.060	1 <sup>7</sup> / <sub>16</sub>	2 <sup>9</sup> / <sub>16</sub>	3 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	5 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	8 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	8 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	9 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	10 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>		0.060
0.070	1 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>	2 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	2 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	4 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	6 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	9 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	10 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>		0.070
0.080	1 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>13</sup> / <sub>16</sub>	2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	3 <sup>5</sup> / <sub>16</sub>	4 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>	4 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	8 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	10 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>		0.080
0.090	1 <sup>5</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>9</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>15</sup> / <sub>16</sub>	2 <sup>13</sup> / <sub>16</sub>	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	3 <sup>15</sup> / <sub>16</sub>	6 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	9 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>		0.090
0.100	1 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>7</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	2 <sup>7</sup> / <sub>16</sub>	3	3 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	4 <sup>15</sup> / <sub>16</sub>	6 <sup>15</sup> / <sub>16</sub>		0.100
0.110	3/ <sub>4</sub>	1 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>9</sup> / <sub>16</sub>	2 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>	2 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	2 <sup>15</sup> / <sub>16</sub>	4 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	5 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>		0.110
0.120	1 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>7</sup> / <sub>16</sub>	2	2 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	2 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	3 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	4 <sup>13</sup> / <sub>16</sub>		0.120
0.130		1	1 <sup>5</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>13</sup> / <sub>16</sub>	2 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>	2 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	3 <sup>5</sup> / <sub>16</sub>	4 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>		0.130
0.140		1 <sup>13</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	1 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	2	2 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>	3	3 <sup>13</sup> / <sub>16</sub>		0.140
0.150		7/ <sub>8</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	1 <sup>9</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	2 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	3 <sup>7</sup> / <sub>16</sub>		0.150
0.160		1 <sup>13</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>7</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	1 <sup>15</sup> / <sub>16</sub>	2 <sup>9</sup> / <sub>16</sub>	3 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>		0.160
0.170		3/ <sub>4</sub>	1	1 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	1 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	1 <sup>13</sup> / <sub>16</sub>	2 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	2 <sup>15</sup> / <sub>16</sub>		0.170
0.180			1 <sup>15</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>9</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>		0.180
0.190			7/ <sub>8</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1 <sup>7</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	2 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	2 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>		0.190
0.200			1 <sup>13</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	1 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2	2 <sup>7</sup> / <sub>16</sub>		0.200
0.210				1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	1 <sup>5</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>7</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	2 <sup>5</sup> / <sub>16</sub>		0.210
0.220				1 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	1 <sup>13</sup> / <sub>16</sub>	2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>		0.220
0.230				1	1 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>5</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	2 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>		0.230
0.240				1 <sup>15</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	2 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>		0.240
0.250					1 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>9</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>15</sup> / <sub>16</sub>		0.250
0.260					1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>9</sup> / <sub>8</sub>		0.260
0.270					1	1 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>7</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>13</sup> / <sub>16</sub>		0.270
0.280						1 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>7</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>		0.280
0.290						1	1 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	1 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>		0.290
0.300							1 <sup>5</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>		0.300
0.310							1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1 <sup>9</sup> / <sub>16</sub>		0.310
0.320							1 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>		0.320
0.330							1 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>7</sup> / <sub>16</sub>		0.330
0.340							1 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	1 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>		0.340
0.350							1 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	1 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>		0.350
0.360								1 <sup>5</sup> / <sub>16</sub>		0.360
0.370								1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>		0.370
0.380								1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>		0.380
0.390								1 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>		0.390
0.400								1 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>		0.400
0.410										0.410

TABLA 485 vi  
VALORES DE L PARA CAÑOS DE 16 PULG A 20 PULG DE DIAMETRO

Profund. de la picadura (d) (pulg)	Espesor de pared del caño (t), (pulg.)								Profund. de la picadura (d) (pulg)
	0.188	0.250	0.312	0.344	0.375	0.438	0.500	0.625	
0.020	7 3/8								0.020
0.030	7 3/8	8 15/16							0.030
0.040	4 1/2	8 15/16	10	10 1/2	11				0.040
0.050	3 1/16	6	10	10 1/2	11	11 7/8	12 11/16		0.050
0.060	2 3/8	4 1/8	7 7/16	10 1/2	11	11 7/8	12 11/16		0.060
0.070	2	3 1/4	5 1/4	6 3/4	8 3/16	11 7/8	12 11/16	14 3/16	0.070
0.080	1 3/4	2 3/4	4 3/16	5 1/4	6 3/8	10 3/16	12 11/16	14 3/16	0.080
0.090	1 1/2	2 3/8	3 1/2	4 1/4	5 1/16	7 7/16	11 7/16	14 3/16	0.090
0.100	1 3/8	2 1/8	3 1/16	3 3/8	4 5/16	6	8 1/2	14 3/16	0.100
0.110	1 1/4	1 15/16	2 3/4	3 1/4	3 3/4	5 1/8	6 7/8	13 7/8	0.110
0.120	1 1/8	1 3/4	2 1/2	2 15/16	3 3/8	4 1/2	5 7/8	10 9/16	0.120
0.130	1 3/16	1 5/8	2 1/4	2 11/16	3 1/16	4	5 3/16	8 5/8	0.130
0.140	1 5/16	1 1/2	2 1/8	2 7/16	2 13/16	3 5/8	4 5/8	7 7/16	0.140
0.150	7/8	1 3/8	1 15/16	2 1/4	2 5/8	3 3/8	4 1/4	6 9/16	0.150
0.160		1 5/16	1 13/16	2 1/8	2 7/16	3 1/8	3 7/8	5 15/16	0.160
0.170		1 3/16	1 11/16	2	2 1/4	2 15/16	3 5/8	5 3/8	0.170
0.180		1 1/8	1 5/8	1 7/8	2 1/8	2 3/4	3 3/8	5	0.180
0.190		1 1/16	1 1/2	1 3/4	2	2 9/16	3 3/16	4 5/8	0.190
0.200		1	1 7/16	1 11/16	1 15/16	2 7/16	3	4 3/8	0.200
0.210			1 3/8	1 5/8	1 13/16	2 5/16	2 7/8	4 1/8	0.210
0.220			1 5/16	1 1/2	1 3/4	2 3/16	2 11/16	3 7/8	0.220
0.230			1 1/4	1 7/16	1 11/16	2 1/8	2 9/16	3 11/16	0.230
0.240			1 3/16	1 3/8	1 9/16	2	2 1/2	3 1/2	0.240
0.250				1 5/16	1 1/2	1 15/16	2 3/8	3 3/8	0.250
0.260				1 1/4	1 7/16	1 7/8	2 1/4	3 1/4	0.260
0.270				1 3/16	1 3/8	1 13/16	2 3/16	3 1/8	0.270
0.280					1 5/16	1 11/16	2 1/8	3	0.280
0.290					1 5/16	1 5/8	2 1/16	2 7/8	0.290
0.300					1 1/4	1 9/16	1 15/16	2 3/4	0.300
0.310						1 9/16	1 7/8	2 11/16	0.310
0.320						1 1/2	1 13/16	2 9/16	0.320
0.330						1 7/16	1 3/4	2 1/2	0.330
0.340						1 3/8	1 11/16	2 7/16	0.340
0.350						1 5/16	1 11/16	2 3/8	0.350
0.360							1 5/8	2 5/16	0.360
0.370							1 9/16	2 1/4	0.370
0.380							1 1/2	2 3/16	0.380
0.390							1 7/16	2 1/8	0.390
0.400							1 7/16	2 1/16	0.400
0.410								2	0.410
0.420								1 15/16	0.420
0.430								1 7/8	0.430
0.440								1 7/8	0.440
0.450								1 13/16	0.450
0.460								1 3/4	0.460
0.470								1 11/16	0.470
0.480								1 11/16	0.480
0.490								1 5/8	0.490
0.500								1 9/16	0.500
0.510									0.510

TABLA 485 vii  
VALORES DE L PARA CAÑOS DE 20 PULG A 24 PULG DE DIAMETRO

Profund. de la picadura (d) (pulg)	Espesor de pared del caño (t), (pulg.)								Profund. de la picadura (d) (pulg)	
	0.219	0.250	0.344	0.406	0.469	0.500	0.562	0.625		
0.030	9 3/8	10								0.030
0.040	8 1/16	10	11 3/4							0.040
0.050	4 3/4	6 11/16	11 3/4	12 3/4	13 3/4	14 3/16				0.050
0.060	3 7/16	4 5/8	11 3/4	12 3/4	13 3/4	14 3/16	15			0.060
0.070	2 7/8	3 11/16	7 9/16	12 3/4	13 3/4	14 3/16	15	15 13/16		0.070
0.080	2 7/16	3 1/16	5 3/4	8 7/8	13 3/4	14 3/16	15	15 13/16		0.080
0.090	2 3/16	2 11/16	4 3/4	6 13/16	10 7/16	12 13/16	15	15 13/16		0.090
0.100	1 5/16	2 3/8	4 1/16	5 11/16	7 5/16	9 1/2	14 1/8	15 13/16		0.100
0.110	1 3/4	2 1/8	3 5/8	4 7/8	6 5/8	7 11/16	10 5/8	15 1/2		0.110
0.120	1 5/8	1 5/16	3 1/4	4 5/16	5 3/4	6 9/16	8 11/16	11 3/4		0.120
0.130	1 1/2	1 3/16	3	3 15/16	5 1/16	5 3/4	7 7/16	9 11/16		0.130
0.140	1 3/8	1 11/16	2 3/4	3 9/16	4 5/8	5 3/16	6 9/16	8 5/16		0.140
0.150	1 1/4	1 9/16	2 9/16	3 3/16	4 3/16	4 3/4	5 7/8	7 5/16		0.150
0.160	1 3/16	1 7/16	2 3/8	3 1/16	3 7/8	4 3/8	5 3/8	6 5/8		0.160
0.170	1 1/16	1 3/8	2 1/4	2 7/8	3 5/8	4 1/16	4 15/16	6 1/16		0.170
0.180		1 1/4	2 1/8	2 11/16	3 7/16	3 13/16	4 5/8	5 9/16		0.180
0.190		1 3/16	2	2 9/16	3 3/16	3 9/16	4 5/16	5 3/16		0.190
0.200		1 1/8	1 7/8	2 7/16	3 1/16	3 3/8	4 1/16	4 7/8		0.200
0.210			1 13/16	2 5/16	2 7/8	3 3/16	3 7/8	4 9/16		0.210
0.220			1 11/16	2 3/16	2 3/4	3 1/16	3 5/8	4 5/16		0.220
0.230			1 5/8	2 1/8	2 5/8	2 7/8	3 1/2	4 1/8		0.230
0.240			1 9/16	2	2 1/2	2 3/4	3 1/16	3 5/16		0.240
0.250			1 1/2	1 5/16	2 7/16	2 11/16	3 3/16	3 3/4		0.250
0.260			1 7/16	1 7/8	2 5/16	2 9/16	3 1/16	3 5/8		0.260
0.270			1 3/8	1 3/4	2 1/4	2 7/16	2 15/16	3 7/16		0.270
0.280				1 11/16	2 1/8	2 3/8	2 13/16	3 5/16		0.280
0.290				1 5/8	2 1/16	2 1/4	2 3/4	3 3/16		0.290
0.300				1 9/16	2	2 3/16	2 5/8	3 1/8		0.300
0.310				1 1/2	1 5/16	2 1/8	2 9/16	3		0.310
0.320				1 7/16	1 7/8	2 1/16	2 7/16	2 7/8		0.320
0.330					1 13/16	2	2 3/8	2 13/16		0.330
0.340					1 3/4	1 15/16	2 5/16	2 3/4		0.340
0.350					1 11/16	1 7/8	2 1/4	2 5/8		0.350
0.360					1 5/8	1 13/16	2 3/16	2 9/16		0.360
0.370					1 9/16	1 3/4	2 1/8	2 1/2		0.370
0.380						1 11/16	2 1/16	2 7/16		0.380
0.390						1 5/8	2	2 3/8		0.390
0.400						1 9/16	1 15/16	2 5/16		0.400
0.410						1 7/8	2 1/4	2 1/4		0.410
0.420							1 13/16	2 3/16		0.420
0.430							1 3/4	2 1/8		0.430
0.440							1 3/4	2 1/16		0.440
0.450								2		0.450
0.460								1 15/16		0.460
0.470								1 15/16		0.470
0.480								1 7/8		0.480
0.490								1 13/16		0.490
0.500								1 3/4		0.500
0.510										0.510

TABLA 485 viii  
VALORES DE L PARA CAÑOS DE 24 PULG A 30 PULG DE DIAMETRO

Profund. de la picadura (d) (pulg)	Espesor de pared del caño (t), (pulg.)								Profund. de la picadura (d) (pulg)
	0.250	0.312	0.375	0.438	0.469	0.500	0.562	0.625	
0.030	11								0.030
0.040	11	12 1/4	13 7/16						0.040
0.050	7 5/16	12 1/4	13 7/16	14 1/2	15	15 1/2			0.050
0.060	5 1/16	9 7/16	13 7/16	14 1/2	15	15 1/2	16 7/16		0.060
0.070	4	6 7/16	10 13/16	14 1/2	15	15 1/2	16 7/16	17 3/8	0.070
0.080	3 3/8	5 1/8	7 3/4	12 1/2	15	15 1/2	16 7/16	17 3/8	0.080
0.090	2 15/16	4 5/16	6 1/4	9 1/8	11 3/16	14	16 7/16	17 3/8	0.090
0.100	2 5/8	3 3/4	5 1/4	7 3/8	8 11/16	10 3/8	15 7/16	17 3/8	0.100
0.110	2 3/8	3 3/8	4 5/8	6 1/4	7 1/4	8 7/16	11 5/8	16 15/16	0.110
0.120	2 1/8	3 1/16	4 1/8	5 1/2	6 1/4	7 3/16	9 1/2	12 7/8	0.120
0.130	2	2 13/16	3 3/4	4 15/16	5 9/16	6 5/16	8 1/8	10 5/8	0.130
0.140	1 13/16	2 9/16	3 7/16	4 7/16	5 1/16	5 11/16	7 3/16	9 1/8	0.140
0.150	1 11/16	2 3/8	3 3/16	4 1/8	4 5/8	5 3/16	6 7/16	8 1/16	0.150
0.160	1 9/16	2 1/4	3	3 13/16	4 1/4	4 3/4	5 7/8	7 1/4	0.160
0.170	1 1/2	2 1/8	2 13/16	3 9/16	4	4 7/16	5 7/16	6 3/8	0.170
0.180	1 3/8	2	2 5/8	3 3/8	3 3/4	4 1/8	5 1/8	6 1/8	0.180
0.190	1 5/16	1 7/8	2 1/2	3 3/16	3 1/2	3 7/8	4 3/8	5 11/16	0.190
0.200	1 1/4	1 3/4	2 3/8	3	3 3/16	3 11/16	4 7/16	5 7/16	0.200
0.210		1 11/16	2 1/4	2 7/8	3 3/16	3 1/2	4 3/16	5	0.210
0.220		1 9/16	2 1/8	2 11/16	3	3 5/16	4	4 3/4	0.220
0.230		1 1/2	2 1/16	2 9/16	2 7/8	3 3/16	3 13/16	4 1/2	0.230
0.240		1 7/16	1 15/16	2 1/2	2 3/8	3 1/16	3 5/8	4 5/16	0.240
0.250			1 7/8	2 3/8	2 5/8	2 15/16	3 1/2	4 1/8	0.250
0.260			1 3/4	2 1/4	2 1/2	2 13/16	3 3/8	3 15/16	0.260
0.270			1 11/16	2 3/16	2 7/16	2 11/16	3 3/16	3 13/16	0.270
0.280			1 5/8	2 1/8	2 5/16	2 9/16	3 1/8	3 5/8	0.280
0.290			1 9/16	2	2 1/4	2 1/2	3	3 1/2	0.290
0.300			1 1/2	1 15/16	2 3/16	2 3/8	2 7/8	3 3/8	0.300
0.310				1 7/8	2 1/8	2 5/16	2 13/16	3 1/4	0.310
0.320				1 13/16	2	2 1/4	2 11/16	3 3/16	0.320
0.330				1 3/4	1 15/16	2 3/16	2 5/8	3 1/16	0.330
0.340				1 11/16	1 7/8	2 1/8	2 1/2	3	0.340
0.350				1 5/8	1 13/16	2 1/16	2 7/16	2 7/8	0.350
0.360					1 3/4	2	2 3/8	2 13/16	0.360
0.370					1 11/16	1 15/16	2 5/16	2 3/4	0.370
0.380						1 7/8	2 1/4	2 5/8	0.380
0.390						1 13/16	2 3/16	2 9/16	0.390
0.400						1 3/4	2 1/8	2 1/2	0.400
0.410							2 1/16	2 7/16	0.410
0.420							2	2 3/8	0.420
0.430							1 15/16	2 5/16	0.430
0.440							1 7/8	2 1/4	0.440
0.450								2 3/16	0.450
0.460								2 1/8	0.460
0.470								2 1/8	0.470
0.480								2 1/16	0.480
0.490								2	0.490
0.500								1 15/16	0.500
0.510									0.510

TABLA 485 ix  
VALORES DE L PARA CAÑOS DE 30 PULG A 36 PULG DE DIAMETRO

Profund. de la picadura (d) (pulg.)	Espesor de pared del caño (t), (pulg.)							Profund. de la picadura (d) (pulg.)
	0.250	0.312	0.375	0.438	0.500	0.625	0.688	
0.030	12 1/8							0.030
0.040	12 1/8	13 11/16	15					0.040
0.050	8 3/16	13 11/16	15	16 1/8	17 3/8			0.050
0.060	5 11/16	10 1/8	15	16 1/8	17 3/8			0.060
0.070	4 1/2	7 3/16	12 1/8	16 1/8	17 3/8	19 3/8	20 3/8	0.070
0.080	3 3/8	5 11/16	8 11/16	14	17 3/8	19 3/8	20 3/8	0.080
0.090	3 1/8	4 3/16	6 11/16	10 3/16	15 11/16	19 3/8	20 3/8	0.090
0.100	2 13/16	4 3/16	5 7/8	8 3/16	11 3/8	19 3/8	20 3/8	0.100
0.110	2 5/8	3 3/8	5 3/16	7	9 7/16	18 5/16	20 3/8	0.110
0.120	2 3/8	3 3/8	4 3/8	6 1/8	8 1/16	14 7/16	20 3/8	0.120
0.130	2 3/16	3 1/8	4 7/16	5 1/2	7 1/16	11 7/8	15 13/16	0.130
0.140	2 1/16	2 7/8	3 3/8	5	6 3/8	10 3/16	13 1/16	0.140
0.150	1 7/8	2 11/16	3 3/16	4 3/8	5 13/16	9	11 1/16	0.150
0.160	1 3/8	2 1/2	3 3/16	4 1/8	5 3/16	8 1/16	9 15/16	0.160
0.170	1 11/16	2 3/8	3 1/8	4	4 5/16	7 3/8	9	0.170
0.180	1 9/16	2 3/16	2 15/16	3 3/8	4 5/8	6 13/16	8 3/16	0.180
0.190	1 7/16	2 1/16	2 3/8	3 3/16	4 3/8	6 3/8	7 9/16	0.190
0.200	1 3/8	2	2 3/8	3 3/8	4 1/8	5 13/16	7 1/16	0.200
0.210		1 7/8	2 1/2	3 3/16	3 15/16	5 5/8	6 5/8	0.210
0.220		1 3/16	2 3/8	3	3 3/8	5 5/16	6 1/8	0.220
0.230		1 11/16	2 1/8	2 7/8	3 9/16	5 1/16	5 5/16	0.230
0.240		1 3/8	2 3/16	2 3/8	3 3/8	4 13/16	5 5/8	0.240
0.250			2 1/16	2 5/8	3 1/8	4 5/8	5 3/8	0.250
0.260			2	2 9/16	3 1/8	4 7/16	5 1/8	0.260
0.270			1 5/16	2 7/16	3	4 1/8	4 5/16	0.270
0.280			1 3/16	2 3/8	2 7/8	4 1/16	4 3/8	0.280
0.290			1 3/8	2 1/8	2 13/16	3 15/16	4 9/16	0.290
0.300			1 11/16	2 3/16	2 11/16	3 13/16	4 3/8	0.300
0.310				2 1/8	2 5/8	3 11/16	4 1/8	0.310
0.320				2	2 1/2	3 9/16	4 1/8	0.320
0.330				1 15/16	2 7/16	3 7/16	4	0.330
0.340				1 7/8	2 3/8	3 5/16	3 7/8	0.340
0.350				1 3/16	2 1/8	3 1/8	3 3/8	0.350
0.360					2 3/16	3 1/8	3 3/8	0.360
0.370					2 1/8	3 1/16	3 9/16	0.370
0.380					2 1/16	2 15/16	3 7/16	0.380
0.390					2	2 7/8	3 3/8	0.390
0.400					1 5/16	2 13/16	3 1/8	0.400
0.410						2 3/8	3 3/16	0.410
0.420						2 11/16	3 1/8	0.420
0.430						2 9/16	3	0.430
0.440						2 1/2	2 11/16	0.440
0.450						2 7/16	2 7/8	0.450
0.460						2 3/8	2 13/16	0.460
0.470						2 5/16	2 3/8	0.470
0.480						2 3/16	2 11/16	0.480
0.490						2 1/8	2 3/8	0.490
0.500						2 7/16	2 7/16	0.500
0.510							2 1/8	0.510
0.520							2 7/16	0.520
0.530							2 3/8	0.530
0.540							2 3/16	0.540
0.550							2 3/16	0.550
0.560								0.560

TABLA 485 x  
VALORES DE L PARA CAÑOS DE 36 PULG A 42 PULG DE DIAMETRO

Profund. de la picadura (d) (pulg)	Espesor de pared del caño (t), (pulg.)								Profund. de la picadura (d) (pulg)
	0.250	0.281	0.312	0.375	0.406	0.469	0.562	0.688	
0.030	13 7/16	14 1/8							0.030
0.040	13 7/16	14 1/8	15	16 7/16					0.040
0.050	9	13 3/8	15	16 7/16	17 1/8	18 7/16			0.050
0.060	6 1/4	8 1/4	11 1/8	16 7/16	17 1/8	18 7/16	20 1/8		0.060
0.070	4 7/16	6 3/16	7 7/8	13 1/4	17 1/8	18 7/16	20 1/8	22 5/16	0.070
0.080	4 1/8	5 1/16	6 1/4	9 1/2	11 7/8	18 7/16	20 1/8	22 5/16	0.080
0.090	3 7/16	4 3/8	5 1/4	7 5/8	9 7/16	13 11/16	20 1/8	22 5/16	0.090
0.100	3 3/16	3 7/8	4 5/8	6 7/16	7 5/8	10 3/8	18 11/16	22 5/16	0.100
0.110	2 7/8	3 7/16	4 1/4	5 5/8	6 7/16	8 7/8	14 1/4	22 5/16	0.110
0.120	2 5/8	3 1/8	3 3/4	5 1/16	5 3/16	7 1/16	11 3/8	22 5/16	0.120
0.130	2 7/16	2 7/8	3 7/16	4 7/16	5 1/4	6 3/16	9 5/16	17 5/16	0.130
0.140	2 1/4	2 11/16	3 1/8	4 1/4	4 3/16	6 3/16	8 7/8	14 3/16	0.140
0.150	2 1/16	2 1/2	2 5/16	3 1/16	4 7/16	5 11/16	7 7/8	12 5/16	0.150
0.160	1 5/16	2 5/16	2 3/4	3 3/8	4 1/8	5 1/4	7 3/16	10 5/16	0.160
0.170	1 13/16	2 3/16	2 7/16	3 7/16	3 7/8	4 7/8	6 3/8	9 3/16	0.170
0.180	1 11/16	2 1/16	2 7/16	3 1/4	3 3/8	4 7/16	6 3/16	9	0.180
0.190	1 5/8	1 11/16	2 5/16	3 1/16	3 7/16	4 5/16	5 13/16	8 5/16	0.190
0.200	1 1/2	1 13/16	2 3/16	2 7/8	3 1/4	4 1/16	5 7/16	7 3/4	0.200
0.210		1 3/4	2 1/16	2 1/4	3 1/8	3 7/8	5 5/16	7 1/4	0.210
0.220		1 5/8	1 13/16	2 1/8	2 5/16	3 11/16	4 7/8	6 7/8	0.220
0.230			1 7/8	2 1/2	2 13/16	3 1/2	4 11/16	6 1/2	0.230
0.240			1 3/4	2 3/8	2 7/16	3 3/8	4 7/16	6 3/16	0.240
0.250				2 1/4	2 9/16	3 1/4	4 1/4	5 7/8	0.250
0.260				2 7/16	2 1/2	3 1/8	4 1/8	5 5/8	0.260
0.270				2 1/16	2 7/8	3	3 15/16	5 7/16	0.270
0.280				2	2 5/16	2 7/8	3 13/16	5 3/16	0.280
0.290				1 11/16	2 3/16	2 3/4	3 11/16	5	0.290
0.300				1 7/8	2 7/8	2 11/16	3 1/2	4 13/16	0.300
0.310					2	2 7/16	3 7/16	4 11/16	0.310
0.320					1 13/16	2 1/2	3 5/16	4 1/2	0.320
0.330						2 3/8	3 3/16	4 3/8	0.330
0.340						2 5/16	3 1/8	4 1/4	0.340
0.350						2 1/4	3	4 1/8	0.350
0.360						2 3/16	2 13/16	4	0.360
0.370						2 1/8	2 13/16	3 7/8	0.370
0.380							2 3/4	3 3/4	0.380
0.390							2 11/16	3 11/16	0.390
0.400							2 7/16	3 7/16	0.400
0.410							2 1/2	3 1/2	0.410
0.420							2 7/16	3 7/8	0.420
0.430							2 3/8	3 3/16	0.430
0.440							2 5/16	3 1/4	0.440
0.450								3 1/4	0.450
0.460								3 1/16	0.460
0.470								3	0.470
0.480								2 11/16	0.480
0.490								2 7/8	0.490
0.500								2 13/16	0.500
0.510								2 7/8	0.510
0.520								2 11/16	0.520
0.530								2 3/8	0.530
0.540								2 7/16	0.540
0.550								2 1/2	0.550
0.560									0.560

TABLA 485 xi  
VALORES DE L PARA CAÑOS DE 42 PULG A 48 PULG DE DIAMETRO

Profund. de la picadura (d) (pulg)	Espesor de pared del caño (t), (pulg.)								Profund. de la picadura (d) (pulg)
	0.344	0.406	0.438	0.469	0.500	0.562	0.625	0.688	
0.030									0.030
0.040	17								0.040
0.050	17	18 1/2	19 3/16	19 7/8	20 1/2				0.050
0.060	17	18 1/2	19 3/16	19 7/8	20 1/2	21 3/4			0.060
0.070	10 5/16	18 1/2	19 3/16	19 7/8	20 1/2	21 3/4	22 5/16	24 1/16	0.070
0.080	8 5/16	12 7/8	16 7/16	19 3/8	20 1/2	21 3/4	22 5/16	24 7/16	0.080
0.090	6 7/8	9 7/8	12 1/16	14 3/16	18 7/16	21 3/4	22 5/16	24 7/16	0.090
0.100	5 15/16	8 3/16	9 3/4	11 1/2	13 3/4	20 7/16	22 5/16	24 1/16	0.100
0.110	5 1/4	7 1/16	8 1/4	9 9/16	11 1/8	15 3/8	22 7/16	24 7/16	0.110
0.120	4 11/16	6 3/16	7 1/4	8 7/16	9 1/2	12 9/16	17 1/16	24 7/16	0.120
0.130	4 3/16	5 11/16	6 1/2	7 3/8	8 3/8	10 3/8	14	18 3/8	0.130
0.140	4	5 3/16	5 5/16	6 1/16	7 1/2	9 1/2	12 1/16	15 7/16	0.140
0.150	3 11/16	4 3/16	5 7/16	6 1/8	6 3/16	8 1/2	10 3/8	13 3/16	0.150
0.160	3 7/16	4 7/16	5 1/16	5 3/8	6 3/16	7 3/4	9 7/16	11 3/16	0.160
0.170	3 1/4	4 3/16	4 11/16	5 1/4	5 7/8	7 3/16	8 3/4	10 5/8	0.170
0.180	3 1/16	3 5/16	4 7/16	4 5/16	5 1/2	6 11/16	8 1/16	9 1/16	0.180
0.190	2 7/8	3 11/16	4 7/16	4 1/16	5 3/16	6 1/4	7 1/2	9	0.190
0.200	2 3/4	3 1/2	3 5/16	4 7/16	4 7/8	5 7/8	7 1/16	8 3/8	0.200
0.210	2 7/16	3 3/8	3 3/4	4 3/16	4 5/8	5 9/16	6 3/8	7 7/8	0.210
0.220	2 1/16	3 7/16	3 7/16	4	4 3/8	5 5/16	6 7/16	7 3/8	0.220
0.230	2 3/8	3 1/16	3 7/16	3 3/16	4 3/16	5 1/16	6	7	0.230
0.240	2 1/4	2 11/16	3 1/4	3 3/8	4	4 3/16	5 11/16	6 11/16	0.240
0.250	2 1/8	2 3/16	3 1/8	3 1/2	3 7/8	4 3/8	5 7/16	6 3/8	0.250
0.260	2 1/16	2 11/16	3	3 3/8	3 11/16	4 7/16	5 1/4	6 1/16	0.260
0.270	1 11/16	2 7/16	2 7/8	3 3/16	3 3/16	4 1/4	5	5 5/16	0.270
0.280		2 7/16	2 3/16	3 1/8	3 7/16	4 1/8	4 3/16	5 3/8	0.280
0.290		2 3/8	2 11/16	3	3 5/16	3 5/16	4 3/8	5 3/8	0.290
0.300		2 1/4	2 7/16	2 7/8	3 3/16	3 3/16	4 1/2	5 3/16	0.300
0.310		2 7/16	2 1/2	2 3/4	3 1/16	3 11/16	4 3/16	5 1/16	0.310
0.320		2 1/8	2 3/8	2 11/16	2 5/16	3 7/16	4 3/16	4 7/8	0.320
0.330			2 5/16	2 9/16	2 7/8	3 7/16	4 1/16	4 11/16	0.330
0.340			2 1/4	2 1/2	2 3/4	3 3/16	3 3/16	4 7/16	0.340
0.350			2 3/16	2 7/16	2 11/16	3 1/4	3 3/16	4 7/16	0.350
0.360				2 5/16	2 5/8	3 1/8	3 11/16	4 5/16	0.360
0.370				2 1/4	2 1/2	3 1/16	3 5/8	4 3/16	0.370
0.380					2 7/16	2 5/16	3 1/2	4 1/16	0.380
0.390					2 3/8	2 7/8	3 7/16	3 5/16	0.390
0.400					2 5/16	2 5/16	3 5/16	3 7/8	0.400
0.410						2 3/4	3 1/4	3 3/4	0.410
0.420						2 3/8	3 1/8	3 11/16	0.420
0.430						2 9/16	3 1/16	3 9/16	0.430
0.440						2 1/2	3	3 1/2	0.440
0.450							2 5/16	3 3/8	0.450
0.460							2 3/16	3 5/16	0.460
0.470							2 3/4	3 1/4	0.470
0.480							2 11/16	3 3/16	0.480
0.490							2 3/8	3 1/8	0.490
0.500							2 7/16	3	0.500
0.510								2 5/16	0.510
0.520								2 7/8	0.520
0.530								2 3/16	0.530
0.540								2 3/4	0.540
0.550								2 11/16	0.550

## APENDICE G-8 DEL MATERIAL DE GUIA

(Ver Sección 485)

### VALUACION DE LA MAXIMA PRESION DE OPERACION ADMISIBLE EN ZONAS CORROIDAS

#### 1. CALCULO DE LA CONSTANTE A

Si la máxima profundidad de la corrosión fuera mayor que el 10% del espesor nominal de la pared del caño pero no superara el 80% del mismo y la extensión de la corrosión (L) fuera mayor que el valor determinado según el apéndice G-6 del material de guía (1,12B ? Dt ), calcúlese la constante A de la siguiente manera:

$$A = 0,893 \frac{L}{Dt}$$

#### 2. CALCULO DE P'

##### 2.1. Para valores de A menores o iguales que 4,0

A y d/t determinan un único punto sobre la Fig. 485D, correspondiente a un nivel de presión P' aceptable. P' se obtiene por interpolación entre las curvas para P, 0,95P, 0,9P, 0,85P, 0,8P, 0,75P, 0,7P, 0,65P y 0,6P.

d = máxima profundidad del área corroída en pulg.

L = extensión longitudinal de la zona corroída, en pulg.

D = diámetro nominal exterior del caño, en pulg.

t = espesor nominal de la pared del caño, en pulg.

P = presión que resulte mayor entre la determinada por la fórmula de la Sección 105 (excluyendo el factor de junta) según se aplica al caño que posee la zona corroída y la máxima presión de operación admisible.

P' = presión máxima de seguridad para el área corroída.

En la Fig. 485D se dan curvas para diversos valores de P'

##### 2.2 Para valores de A mayores que 4,0

P' : presión máxima de seguridad para el área corroída.

En la Fig. 485E se dan curvas para diversos valores de P'

$$P' = 1,1 P (1 - d/t)$$

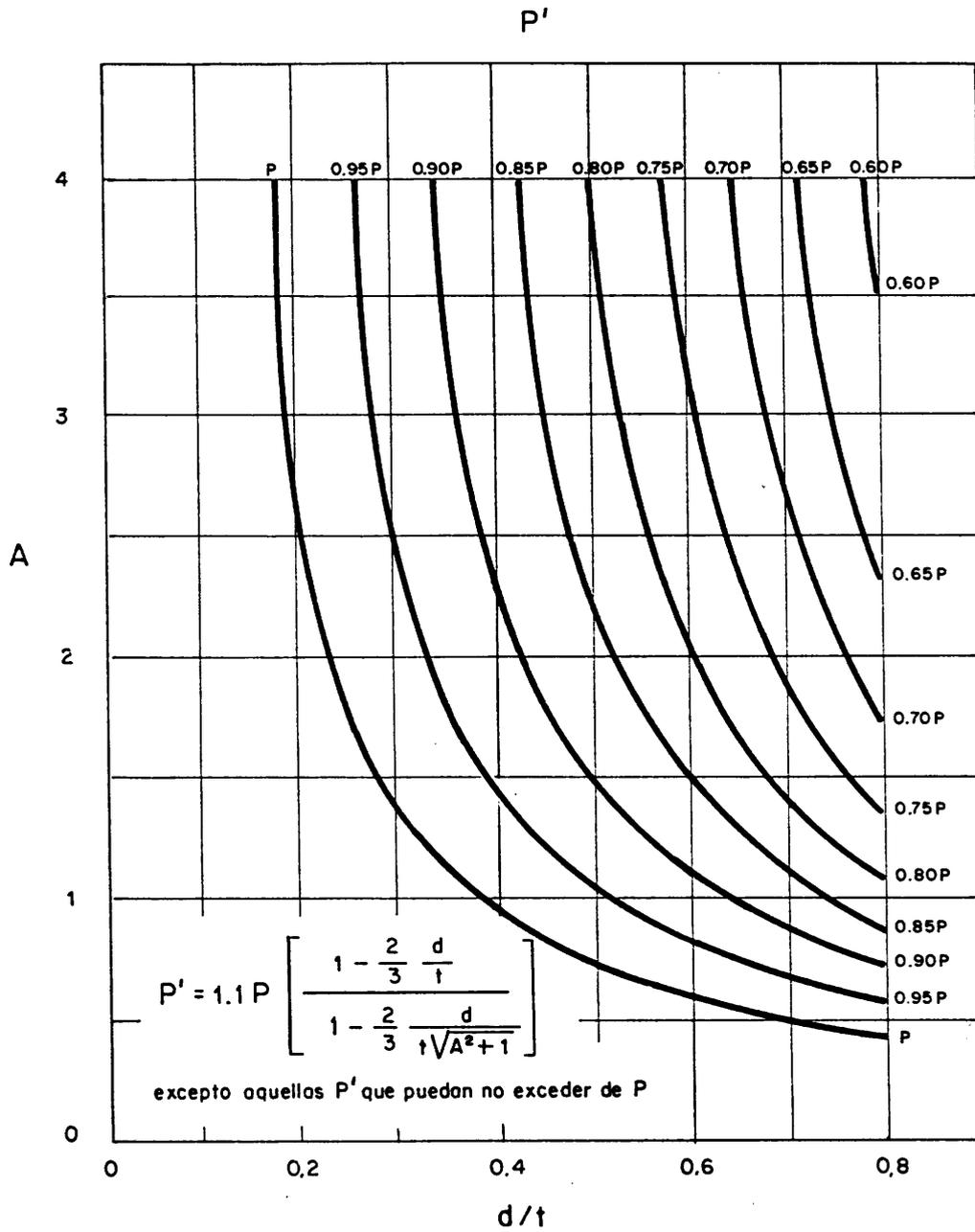
Excepto que P' no puede exceder el valor de P.

#### 3. PRESION MAXIMA DE OPERACION ADMISIBLE Y P'

Si la presión máxima admisible de operación es igual o menor que P' la zona corroída es adecuada para el servicio a dicha presión. Si ésta es mayor que P', se deberá establecer una nueva presión máxima admisible de operación que no exceda de P', o deberá repararse o reemplazarse la zona corroída.

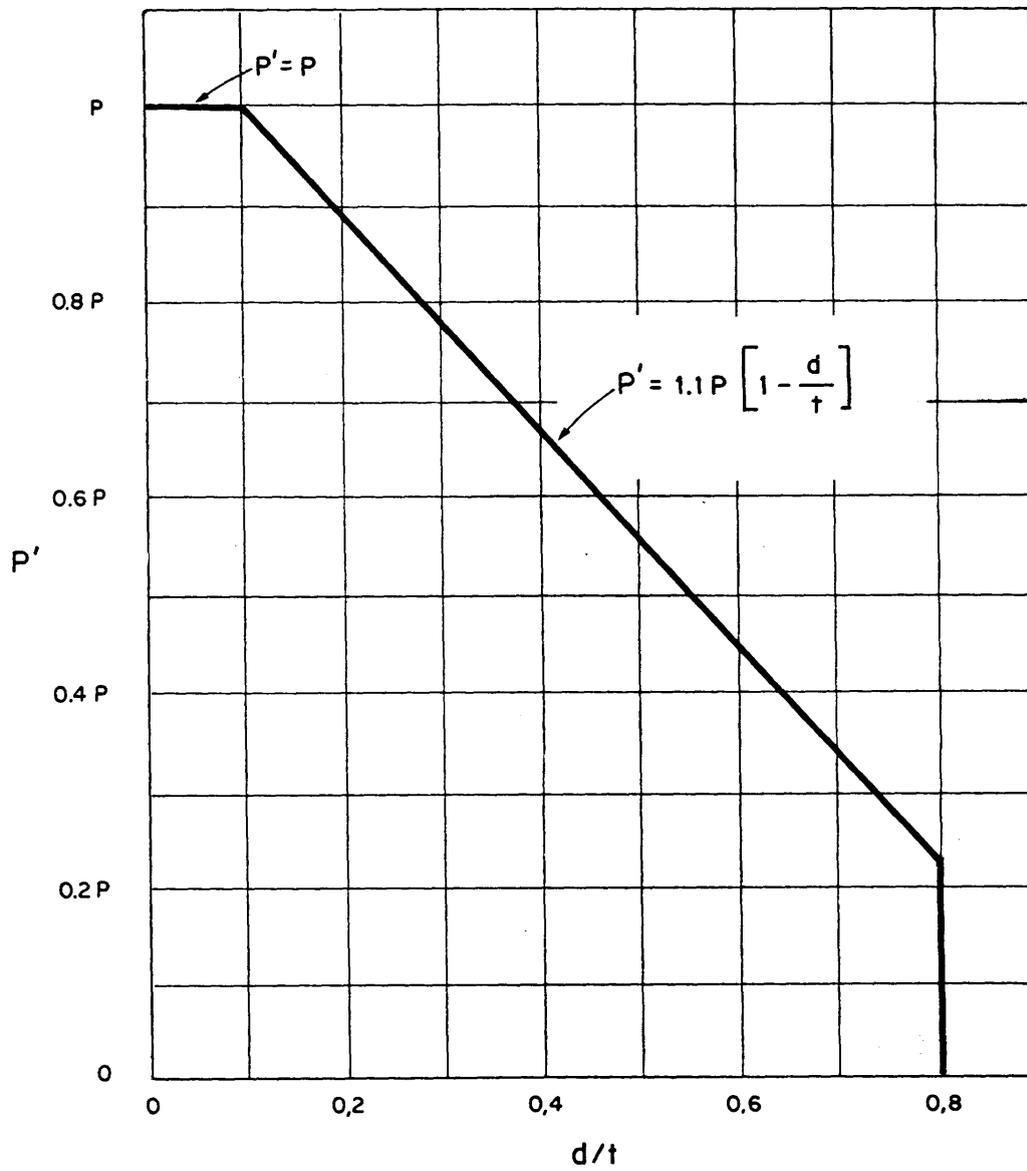
**CURVA PARA OBTENER P' COMO UNA FUNCION DE d/t  
PARA VALORES DE A MENORES QUE 0 IGUALES A 4.0**

**Fig. 485 D**



P' COMO UNA FUNCION DE d/t PARA VALORES  
DE A MAS GRANDES QUE 4.0

Fig. 485 E





## **APENDICE G-9 DEL MATERIAL DE GUIA**

(Ver Material de Guía en 65, 143, 503, 505, 407. 509, 513 y 619)

### **REQUISITOS DE PRUEBA PARA CAÑERIAS QUE NO SEAN LINEAS DE SERVICIO.**

Esta tabla se presenta como una guía para la aplicación de los requisitos de prueba para las secciones indicadas.

### **NOTAS CORRESPONDIENTES A LA TABLA DE PAGINA SIGUIENTE**

- (1) Cuando la presión de ensayo sea del 20% o más de la TFME y el medio de ensayo sea gas natural, gas inerte o aire, se controlará la línea en busca de fugas, ya sea mediante una prueba de fugas a una presión de más de 100 p.s.i.g. pero inferior al 20% de la TFME o bien recorriendo la línea cuando la presión se mantiene al 20% de la TFME (507 b)).
- (2) La temperatura del material termoplástico no deberá superar 100°F (37,8°C) durante la prueba.
- (3) Remitirse a 503 c) por limitaciones al probar con aire, gas natural o gas inerte. (No hay límites para prueba con agua). Para todos los medios de prueba, se considerarán los componentes de cañería al determinar la máxima presión de prueba.
- (4) Remitirse a 505 a) por criterios de prueba referidos a cañerías ubicadas hasta un radio de 300 pies (91,5 m) de los edificios y a 505 b) por los de plantas compresoras.
- (5) Duración determinada por el contenido volumétrico del tramo en prueba y el instrumental a fin de asegurar la localización de todas las fugas potencialmente peligrosas.
- (6) Remitirse a 505 e) por unidades fabricadas y tramos cortos de caño.

REQUISITOS DE PRUEBA PARA LINEAS PARA LINEAS QUE NO SEAN DE SERVICIO

TABLA 503 I

		OTROS MATERIALES EXCEPTO PLASTICO			PLASTICO
		DEBAJO DEL 30% DE LA TENSION		30% DE LA TFME Y MAS	
		MINIMA DE FLUENCIA ESPECIFICADA			
		menos que 1 psig.	1 psig. pero menos que 100 psig.	100 psig. y más	
MAXIMA PRESION DE OPERACION		agua aire gas natural gas inerte	agua aire gas natural gas inerte	agua aire gas natural gas inerte (1)	todas las presiones
MEDIO DE ENSAYO		agua aire gas natural gas inerte	agua aire gas natural gas inerte	agua aire gas natural gas inerte (2)	agua aire gas natural gas inerte (2)
MAXIMA PRESION DE ENSAYO	(3)	(3)	(3)	(3)	3 x presión de diseño
MINIMA PRESION DE ENSAYO	10 psig.	90 psig.	MAPO multipli- cada por el factor de la clase de traza-do según 619 a) 2) ii) (1)	MAPO multiplicada por el factor de la clase de trazado según 619 a) 2) ii) (4)	50 psig. ó 1,5 de la MAPO, la que resultare mayor
DURACION MINIMA DEL ENSAYO	(5)	(5)	1 hora (5)	8 horas (5) (6)	(5)

## APENDICE G-10 DEL MATERIAL DE GUIA

(Ver Material de Guía en las Secciones 511, 503, 507, 513 y 619)

### REQUISITOS DE PRUEBA PARA LINEAS DE SERVICIO

#### NOTAS CORRESPONDIENTES A LA TABLA 503ii

- (1) La temperatura del material termoplástico no deberá superar 38°C durante la prueba.
- (2) Remitirse a la Sección 503 c) por límites cuando se pruebe con aire, gas natural o gas inerte. Limitado también a la presión de diseño del componente de la línea de servicio (Ver Sección 619)
- (3) La práctica recomienda un mínimo de 0,70 bar.
- (4) Cuando la presión de prueba tensiona el caño al 20% de TFME o más, ver la Sección 511 c) requisitos adicionales.
- (5) Ver en la Sección 619 clases 1 y 2 de Trazado.
- (6) La duración debe ser la suficiente para asegurar la localización de todas las fugas potencialmente peligrosas. Se recomienda un mínimo de 15 minutos.

### REQUISITOS DE PRUEBA PARA LINEAS DE SERVICIO

TABLA 503ii

MAPO	MATERIALES QUE NO SEAN PLASTICO				PLASTICO
	? 0,049 bar	? 1,5 ? 4 bar	4 bar	? 4 bar	0 a 4 bar
MEDIO DE PRUEBA	Agua Aire Gas natural Gas inerte (1)				
MAXIMA PRESION DE PRUEBA	(2)	(2)	(2)	(2)	3 x presión de diseño
MINIMA PRESION DE PRUEBA	0,049 bar (3)	4 bar	4 bar	1,5 MAPO (4) y (5)	4 bar o 1,5 MAPO, lo que resulte mayor
DURACION MINIMA DE LA PRUEBA	(6)	(6)	(4) y (6)	(4) y (6)	(6)



## **APENDICE G-11 DEL MATERIAL DE GUIA**

(Véase Material de Guía en la Sección 723)

### **PAUTAS PARA EL CONTROL DE FUGAS DE GAS EN SISTEMAS DE GAS NATURAL (METANO)**

(Véase el apéndice G-11 A del Material de Guía para sistemas de gas de petróleo)

#### **CONTENIDO**

- 1. ALCANCE**
  - 2. DISCUSION GENERAL**
  - 3. DEFINICIONES**
  - 4. DETECCION DE PERDIDAS**
    - 4.1 Calificación del personal**
    - 4.2 Informes de fuentes externas**
    - 4.3 Olores o indicios de fuentes externas**
    - 4.4 Inspecciones para la detección de fugas y métodos de prueba**
      - a) Inspección para la detección de gas en la superficie
      - b) Inspección para la detección de gas bajo la superficie
      - c) Inspección de la vegetación
      - d) Ensayo de caída de presión
      - e) Ensayo de pérdida por burbujeo
      - f) Prueba ultrasónica para la detección de fugas
  - 4-5 Instrumentación comúnmente disponible para la detección de gas**
    - a) Tipo y uso general Tabla 2.
    - b) Mantenimiento de instrumentos
    - c) Calibración de instrumentos
  - 5. CLASIFICACION DE LA PERDIDA Y CRITERIOS DE ACCION**
    - 5.1 Generalidades**
    - 5.2 Grado de pérdidas**
    - 5.3 Clasificación de la pérdida y criterios de acción, Tablas 3a, 3b, y 3c.**
      - Grados de las pérdidas 1,2,3.**
      - Criterios de acción**
      - Ejemplos de grado de pérdidas**
    - 5.4 Inspecciones de seguimiento**
    - 5.5 Reevaluación de una pérdida**
  - 6. PAUTAS DE AUDITORIA INTERNA Y REGISTROS**
    - 6.1 Registro de pérdidas**
    - 6.2 Registro de inspecciones para detección de pérdidas**
    - 6.3 Auditorías internas.**
  - 7. LOCALIZACION PRECISA**
    - 7.1 Alcance**
    - 7.2 Procedimiento**
    - 7.3 Precauciones**
- 
- 1. ALCANCE**

Estas pautas suministran criterios para la detección, clasificación y control de fugas de gas y sus registros.

#### **2. DISCUSION**

La densidad relativa del gas natural es aproximadamente 0,6, el cual es por lo tanto, más liviano que el aire. Esta propiedad facilita el venteo y la disipación de la fuga de gas natural hacia la atmósfera. El nivel de inflamabilidad del gas natural es de aproximadamente entre el 5 y el 15 % del gas en aire.

**TABLA 1**

**Propiedades físicas significativas del GAS NATURAL**

Fórmula	Mezcla
Estado normal a presión atmosférica y 15°C	Gas
Densidad relativa (Aire = 1)	0,6
Límites de inflamabilidad (% de gas en aire)	
Inferior	5
Superior	15

**3. DEFINICIONES**

(Aplicables al Apéndice G-11 del Material de Guía solamente)

**Acción inmediata** consistirá en el despacho de personal calificado sin demora con el propósito de evaluar y, donde sea necesario, de reducir el riesgo probable o existente.

**Edificio** es cualquier estructura ocupada por humanos, como oficina, residencia u otros propósitos, donde el gas pudiera acumularse.

**Espacio confinado** es cualquier estructura bajo la superficie (tales como cámaras, túneles, bocas de tormenta o entradas de hombre) de tamaño suficiente para alojar a una persona, donde pudiera acumularse gas.

**Gas natural** es una mezcla de gases, primariamente metano, que es más liviano que el aire.

**Gas de petróleo** es propano, etano o mezcla de estos gases (distinta de una mezcla de gas-aire que se emplea en provisiones suplementarias a un sistema de distribución de gas natural), más pesada que el aire.

**Indicador de gas combustible (IGC)** es un dispositivo capaz de detectar y medir concentraciones de gas (del que está siendo transportado) en la atmósfera.

**Inspección de seguimiento** es una inspección ejecutada luego de haberse completado una reparación, para determinar su efectividad.

**Lectura** es una desviación repetitiva en un IGS o instrumento equivalente, expresada en LEL. Cuando la lectura se practica dentro de un espacio confinado no ventilado, debe prestarse atención al valor de disipación si el espacio está ventilado, y al valor de acumulación si el espacio está resellado.

**LEL** es el límite explosivo inferior del gas que se transporta.

**Perforación barreta-martillo** es una perforación practicada en el suelo o pavimento con el propósito específico de prueba de la atmósfera bajo la superficie con un IGC.

**Subestructura asociada al gas** es un dispositivo o instalación empleada por una compañía de gas (tal como una caja de válvulas, cámara, caja de prueba o un caño encamisado de venteo) que no está pensado para el almacenaje, transmisión o distribución de gas.

**Subestructura pequeña** (distinta de la asociada al gas): cualquier estructura bajo la superficie que tenga tamaño insuficiente para alojar una persona (tal como ducto y conducto eléctrico y telefónico, caja de medidor o de válvulas no asociadas al gas) donde el gas pudiera acumularse o migrar.

**Túnel** es un pasaje bajo la superficie lo bastante grande para que un hombre ingrese y donde el gas pudiera

acumularse.

#### **4. DETECCION DE PERDIDAS**

##### **4.1 Calificación del personal**

Las inspecciones para detección de pérdidas de gas deben ejecutarse con personal que esté calificado por capacitación y experiencia en el tipo de inspección que se ejecuta.

##### **4.2 Informes de fuentes externas**

Cualquier notificación de una fuente externa (tales como el departamento de bomberos y la policía, otra compañía, contratista, cliente o público en general), que informa una pérdida, explosión o incendio, que puedan involucrar cañerías de gas u otras instalaciones de gas, deben investigarse prontamente. Si la investigación revela una pérdida, ésta debe clasificarse y debe tomarse una acción de acuerdo con estas pautas.

##### **4.3 Olores o indicios de fuentes ajenas**

Cuando se originan indicaciones de pérdida (tales como vapores de nafta, gases de petróleo, gases de desechos cloacales, gas de petróleo, o de los pantanos) desde una fuente o instalación ajena o desde la cañería de un particular, deben tomarse medidas inmediatas donde sea necesario, para proteger la vida y la propiedad. Las pérdidas potencialmente riesgosas deben ser informadas al operador de la instalación, y cuando sea apropiado, al departamento de policía, el cuartel de bomberos o a otra agencia gubernamental. Cuando la cañería de la empresa está conectada a una instalación ajena (tal como la cañería del cliente), debe tomarse una medida necesaria (tal como desconectar o cortar el flujo de gas a la instalación) para eliminar el riesgo potencial.

##### **4.4 Inspecciones para detección de pérdidas y métodos de prueba**

Las siguientes inspecciones para detección de pérdidas de gas y métodos de prueba pueden emplearse, según sea aplicable, en forma separada o en combinación, de acuerdo con procedimientos escritos.

- Inspección para la detección de gas en superficie.
- Inspección para la detección de gas bajo la superficie (incluyendo inspecciones de perforación barreta-martillo).
- Inspección de la vegetación.
- Ensayo de caída de presión.
- Ensayo de pérdidas por burbujeo.
- Prueba ultrasónica de detección de pérdidas.

Otros métodos de prueba e inspección pueden emplearse si se los estima adecuados y se realizan de acuerdo con procedimientos que han sido probados y resultaron por lo menos iguales a los métodos enumerados en esta Sección.

- a) Inspección para la detección de gas en la superficie
  - 1) Definición: Un muestreo continuo de la atmósfera a nivel del terreno o cerca de éste en instalaciones de gas enterradas y adyacentes a las instalaciones sobre el nivel del terreno con un sistema detector de gas capaz de detectar una concentración de 50 p.p.m. de gas en el aire en cualquier punto de muestreo.
  - 2) Procedimiento: El equipo utilizado para realizar estas inspecciones puede ser portátil o móvil. Para cañería enterrada, el muestreo de la atmósfera debe, donde sea práctico, efectuarse a no más de 2 pulgadas sobre la superficie del terreno. En

zonas donde la cañería está bajo pavimento, las muestras deben efectuarse también en la línea del cordón, aberturas disponibles en la superficie del terreno (tales como entradas de hombre, bocas de tormenta, abertura de ductos de tendido de líneas telefónicas, eléctricas y redes cloacales, cajas de señales de tránsito y de incendios o grietas en el pavimento o en la acera) u otros lugares donde sea probable que se produzca el venteo de gas. En cañerías expuestas, el muestreo debe ser adyacente a éstas.

- 3) Utilización: El uso de este método de inspección puede limitarse por condiciones adversas (tales como viento excesivo, humedad excesiva del suelo o sellado de la superficie por causa del hielo o agua).

La inspección debe realizarse a velocidades lo suficientemente pausadas para posibilitar que un muestreo adecuado se obtenga continuamente mediante la colocación del equipo muestreador sobre los puntos de venteo más lógicos, prestando especial atención a la ubicación de las instalaciones de gas y cualquier condición adversa que pudiera existir.

b) Inspección para la detección de gas bajo la superficie

- 1) Definición: El muestreo de la atmósfera bajo la superficie con indicador de gas combustible (IGC) u otro dispositivo capaz de detectar 0,5% de gas en aire en el punto de muestreo.
- 2) Procedimiento: La inspección debe realizarse por medio de la concreción de pruebas con IGC en una serie de aberturas disponibles y/o perforaciones de barreta-martillo sobre o adyacente a la instalación de gas. La ubicación de la instalación de gas y su proximidad a los edificios y a otras estructuras deben ser tenidas en cuenta en la determinación del espaciado de los puntos de muestreo. Estos deben estar tan próximos como sea posible a la cañería principal u otra línea, y nunca más lejos de 4,5 m lateralmente desde la instalación. A lo largo de la ruta de la cañería principal o la otra línea, los puntos de muestreo deben ser colocados a dos veces la distancia entre la cañería y la pared del edificio más cercano, o a 9 m, cualquiera de ambas, la que resulte más corta, pero en ningún caso el espaciado necesita ser menor de 3 m. El modelo de muestreo debe incluir puntos adyacentes a las conexiones de servicio, intersecciones de calles y conexiones de derivaciones conocidas, así como sobre o próximo a líneas de servicio enterradas, junto a la pared del edificio.
- 3) Utilización:
  - i) Debe emplearse buen criterio para determinar cuándo las aberturas disponibles (tales como entradas de hombre, cámaras o cajas de válvulas) cubran la cantidad necesaria para suministrar una inspección adecuada. En caso de ser necesario, deben realizarse puntos adicionales (perforación de barreta-martillo).
  - ii) Los puntos de muestreo deben tener la profundidad necesaria para tomar muestras directamente dentro de la atmósfera bajo superficie o bajo estructura.

c) Inspección de la vegetación

- 1) Definición: Relevamientos visuales efectuados para detectar indicaciones anormales o inusuales en la vegetación.
- 2) Procedimiento: Todas las indicaciones visuales deben evaluarse empleando un IGC. El personal que realiza estas inspecciones debe tener una visibilidad clara total del área de la zona revisada y su velocidad de traslado debe determinarse mediante la puesta en consideración de lo siguiente:
  - i) Esquema del sistema

- ii) Clase y cantidad de vegetación
  - iii) Condiciones de visibilidad (tales como iluminación, luz refleja, distorsiones, terrenos u obstrucciones).
- 3) Utilización:
- i) Este método de inspección debe limitarse a zonas donde el crecimiento adecuado de la vegetación está firmemente establecido.
  - ii) Esta inspección no debe realizarse bajo las siguientes condiciones:
    - Cuando el contenido de humedad del suelo es anormalmente alto.
    - Cuando la vegetación está en período de latencia.
    - Cuando la vegetación está en un período de crecimiento acelerado, tal el caso del comienzo de la primavera.
  - iii) Otros métodos aceptables de inspección deben emplearse para ubicaciones dentro de un área de inspección de la vegetación donde ésta no sea adecuada para indicar la presencia de pérdidas.
- d) Prueba de caída de presión:
- 1) Definición: Prueba para determinar si un tramo aislado de cañería pierde presión a causa de pérdidas.
  - 2) Procedimiento: Las instalaciones seleccionadas para pruebas de caída de presión deben aislarse primeramente y luego probarse. Deben considerarse los siguientes criterios en la determinación de parámetros de prueba.
    - i) Prueba de presión: Prueba practicada en instalaciones existentes solamente con el propósito de la detección de pérdidas, efectuada a una presión al menos igual a la presión de operación. Una prueba de presión realizada con el fin de la calificación de la línea o su recalificación debe realizarse de acuerdo con los requisitos de las partes J o K de esta norma.
    - ii) Medio de prueba: El medio de prueba empleado debe cumplir con los requisitos de la sección 503 b) de esta norma.
    - iii) Duración de la prueba: La duración de la prueba debe tener la extensión suficiente para detectar una posible pérdida. Para determinar la duración debe considerarse lo siguiente:
      - el volumen en prueba;
      - el tiempo requerido al medio de prueba para estabilizar su temperatura;
      - la sensibilidad del instrumento de ensayo.
  - 3) Utilización: la prueba de caída de presión debe usarse solamente para establecer la presencia o ausencia de pérdidas en un tramo específico, aislado, de una cañería. Normalmente este tipo de prueba no dará una localización de la pérdida. Por lo tanto, las instalaciones en donde se indican pérdidas pueden requerir evaluaciones posteriores, por cualquier otro método de detección, a los efectos de poder localizarse la pérdida, evaluarla y calificarla.

- e) Ensayo de detección de pérdida por burbujeo
- 1) Definición: Aplicación de una solución de agua jabonosa que forme espuma u otro tipo similar sobre la cañería expuesta para determinar la existencia de una pérdida.
  - 2) Procedimiento: Los sistemas de cañerías expuestas deben estar razonablemente limpios y completamente cubiertos con la solución. Las pérdidas se indican mediante la presencia de burbujas.
  - 3) Utilización: El método de ensayo puede emplearse para lo siguiente:
    - i) Prueba de tramos de un sistema, expuestos sobre el terreno (tales como un conjunto de medición o cañerías expuestas sobre cruce de puentes).
    - ii) Prueba de una reparación de unión o de pérdida, no incluida en una prueba de presión.
- f) Prueba ultrasónica para detección de pérdidas:
- 1) Definición: Prueba de instalación de cañerías con un instrumento capaz de detectar la energía ultrasónica generada durante el escape de gas. El instrumento empleado debe ser adecuado a la presión involucrada.
  - 2) Procedimiento: Al probar la instalación de gas mediante este método, debe prestarse atención a lo siguiente:
    - i) Presión de línea: Cuando aumenta la presión de línea, la magnitud de la energía ultrasónica generada por una pérdida, aumenta.
    - ii) Ubicación de la instalación: Los objetos cercanos o que rodean una instalación que está siendo probada pueden reflejar o atenuar la energía ultrasónica generada, dificultando la detección o ubicación precisa de la pérdida.
    - iii) Frecuencia de la pérdida: Un número de pérdidas en una zona dada puede crear un alto nivel del ultrasonido de fondo que puede reducir las posibilidades de detección con este tipo de prueba.
    - iv) Tipo de instalación: Los equipos operados a gas y neumáticos generan energía ultrasónica. Deben conocerse la ubicación y cantidad de ambos para determinar si el ultrasonido de fondo es demasiado alto.

El personal que realiza esta clase de prueba debe rastrear toda el área para eliminar el seguimiento de indicaciones reflejas.

Las indicaciones ultrasónicas de pérdida deberán verificarse, detectarse, o ambas, por uno de los otros métodos aceptables de control o ensayo.
  - 3) Utilización: El ensayo ultrasónico puede utilizarse en la prueba de la instalación de cañerías expuestas; sin embargo, si el nivel de fondo ultrasónico produce una lectura de medidor de escala completa cuando se fija la ganancia de la mitad del alcance, la instalación debe probarse por algún otro método de inspección.

#### **4.5 Instrumentos típicos disponibles para la detección del gas**

- a) Clase y uso general: Véase tabla 2.
- b) Mantenimiento de instrumentos: cada instrumento utilizado para detección de pérdidas y evaluación debe operarse de acuerdo con las instrucciones operativas recomendadas por el fabricante y:
  - 1) Debe controlarse periódicamente mientras está en funcionamiento para asegurar que se consiguen los requisitos de voltaje recomendados.

- 2) Debe probarse diariamente o previamente al uso, para asegurar una operación adecuada, para confirmar que el sistema de muestreo está libre de pérdidas, y para asegurarse que los filtros no están obstruyendo el flujo de muestreo.
  - 3) Los sistemas de ionización de llama de hidrógeno (ILH) deben ser probados cada arranque y periódicamente durante una inspección.
- c) Calibración de instrumentos: cada instrumento utilizado para la detección y evaluación de pérdidas debe calibrarse de acuerdo con las instrucciones de calibración recomendadas por el fabricante
- 1) después de cualquier reparación o reemplazo de partes;
  - 2) en una planificación regular que preste atención al tipo y uso de instrumento involucrado. Los sistemas de ionización de llama de hidrógeno y los instrumentos I.G.C. deben controlarse para su calibración al menos una vez por mes mientras esté en uso;
  - 3) en cualquier momento que se sospeche que la calibración del instrumento ha cambiado.

## **5. CLASIFICACION DE LA PERDIDA Y CRITERIOS DE ACCION**

### **5.1 Generalidades**

Lo siguiente establece un procedimiento por el cual las indicaciones de pérdidas de gas inflamable pueden clasificarse y controlarse. Al evaluar cualquier pérdida de gas, el paso inicial es determinar el perímetro de la zona de pérdida.

Cuando este perímetro se extiende a una pared del edificio, la investigación debe continuar dentro de éste.

### **5.2 Clasificación de la pérdida**

Basada en una evaluación de la ubicación y de la magnitud de una pérdida, uno de los grados de pérdidas siguientes debe ser asignado, estableciendo así la prioridad de reparación de la misma.

Grado 1: una pérdida que representa un riesgo probable o existente para las personas o la propiedad, y requiere reparación inmediata o acción continua hasta que las condiciones dejen de ser riesgosas.

Grado 2: una pérdida que se define no riesgosa al momento de la detección, pero requiere una reparación programada basada en un posible riesgo futuro.

Grado 3: una pérdida que no es riesgosa al momento de la detección y puede esperarse razonablemente que se mantenga en ese estado.

### **5.3 Clasificación de las pérdidas y criterios de acción**

Se suministran pautas para la clasificación y control de pérdidas en las tablas 3a, 3b, 3c. Los ejemplos de condiciones de pérdida provistos en las tablas se presentan como pautas y no son excluyentes. El juicio del personal de la empresa en el lugar es de vital importancia en la determinación del grado asignado a una pérdida.

### **5.4 Inspección de seguimiento**

Lo adecuado de las reparaciones de pérdidas debe ser controlado antes del relleno. El perímetro del área de la pérdida debe controlarse con una I.G.C. Donde haya gas residual en el terreno luego de la reparación de una pérdida de Grado 1, debe realizarse una inspección de seguimiento tan pronto como sea práctico luego de dejar ventilarse y estabilizarse la atmósfera del suelo, pero en ningún caso, más allá de un mes posterior a la reparación. En el caso de otras reparaciones de pérdidas, la necesidad de una inspección de seguimiento debe determinarse mediante personal calificado.

### **5.5 Reevaluación de una pérdida**

Cuando una pérdida haya de ser evaluada (véase tablas 3b y 3c), ésta debe clasificarse utilizando los mismos criterios del momento inicial en el cual fue descubierta.

TABLA 2  
CLASE Y USO GENERAL <sup>(1)</sup>

TIPO DE INSTRUMENTO		NIVEL INFERIOR DE SENSIBILIDAD			NIVEL SUPERIOR DE SENSIBILIDAD			METODO DE MUESTREO	CAUDAL DE MUESTREO
INSPECCION SOBRE LA SUPERFICIE	INSPECCION BAJO LA SUPERFICIE	P.P.M. <sup>(2)</sup>	% L.E.L.	% GAS	P.P.M. <sup>(2)</sup>	% L.E.L.	% GAS		
	Tipo catalítico (hilo caliente % L.E.L.)	5000	10	0,5	50.000	100	5 <sup>(3)</sup>	Aspiración manual	
	Conductividad térmica (% gas)	25.000	50	2,5	...	...	100	Aspiración manual	
Conductividad térmica amplificada		50	0,1	...	...	...	25 <sup>(3)</sup>	Bomba	3 litros / minuto
Detector infrarrojo		5	...	...	1.000	2	0,1	Bomba	2-5 litros / minuto
Detector por ionización de llama de hidrógeno <sup>(4)</sup>		1	...	...	10.000 a 50.000	20 a 100	1 a 5	Bomba	2-5 litros / minuto

Referencias:

<sup>(1)</sup> Los valores indicados en P.P.M., % L.E.L. y % gas valen para concentraciones de metano. Donde estén involucrados otros gases (tales como G.L.P. o gas manufacturado), deben realizarse ajustes apropiados para ser commensurables con los criterios de estos procedimientos (Véase 4.5 d) del Apéndice G-11A del Material de Guía)

<sup>(2)</sup> P.P.M.: partes por millón.

<sup>(3)</sup> Cuando se excede la máxima concentración detectable, la aguja del medidor del instrumento caerá a cero o por debajo de cero.

<sup>(4)</sup> El nivel superior de sensibilidad varía con los diferentes modelos

**TABLA 3a**

**CLASIFICACION DE LA PERDIDA Y CRITERIO DE ACCION - GRADO 1**

<p><b>DEFINICION:</b></p> <p>Una pérdida que representa un riesgo existente o probable a las personas o a la propiedad, y requiere reparación inmediata o acción continua hasta que las condiciones dejen de ser riesgosas.</p>
<p><b>CRITERIOS DE ACCION:</b></p> <p>Requiere acción inmediata para proteger la vida y la propiedad y acción continua hasta que las condiciones dejen de ser riesgosas. La acción inmediata en algunas instancias puede requerir uno de lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Implementación del plan de emergencia de la empresa (Sección 615).</li><li>b) Evacuación de las instalaciones.</li><li>c) Bloqueo de un área.</li><li>d) Modificación de la ruta de tránsito.</li><li>e) Eliminación de las fuentes de ignición</li><li>f) Venteo del área.</li><li>g) Bloqueo del flujo de gas mediante el cierre de válvulas u otros medios.</li><li>h) Notificación a los departamentos de policía y bomberos.</li></ul>
<p><b>EJEMPLOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>1) Cualquier pérdida que, a juicio del personal de operación en el lugar, se observa como un riesgo inmediato.</li><li>2) Escape de gas que se ha encendido.</li><li>3) Cualquier indicación de gas que se haya trasladado hacia adentro o debajo de un edificio, o dentro de un túnel.</li><li>4) Cualquier lectura de la pared externa de un edificio o donde el gas se trasladaría probablemente a una pared externa de un edificio.</li><li>5) Cualquier lectura del 80% del L.E.L. o mayor en un espacio confinado.</li><li>6) Cualquier lectura del 80% del L.E.L. o mayor en pequeñas subestructuras (distintas de las asociadas al gas) desde las cuales el gas probablemente migraría hacia la pared externa del edificio.</li><li>7) Cualquier pérdida que pueda verse, oírse o sentirse, y la que esté en una ubicación que pueda comprometer al público en general o a la propiedad.</li></ul>

**TABLA 3b**

**CLASIFICACION DE LA PERDIDA Y CRITERIO DE ACCION - GRADO 2**

<p><b>DEFINICION:</b></p> <p>Una pérdida a la que se ha definido no riesgosa al momento de la detección, pero justifica reparación programada basada en un probable riesgo futuro.</p>
<p><b>CRITERIOS DE ACCION:</b></p> <p>Las pérdidas se repararán o eliminarán dentro del lapso de doce meses a partir de la fecha en que fueron informadas. Al determinar la prioridad de reparación deben tenerse en cuenta criterios tales como los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Cantidad y migración de gas.</li><li>b) Proximidad del gas a edificios y estructuras bajo la superficie.</li><li>c) Extensión del pavimento.</li><li>d) Tipo de suelo y condiciones del suelo (tales como: manto de escarcha, humedad y ventilación natural).</li></ul> <p>Las pérdidas del grado 2 deben ser reevaluadas al menos una vez cada seis meses hasta que sean eliminadas. La frecuencia de reevaluación debe determinarse por la ubicación y magnitud del estado de la pérdida. Las pérdidas de grado 2 pueden variar notoriamente en el grado de riesgo potencial. Algunas pérdidas de grado 2, a ser evaluadas mediante los criterios arriba enunciados, pueden justificar una reparación programada dentro de los próximos días hábiles. Otras justificarán la reparación dentro de los treinta días. En el transcurso del día hábil cuando se descubre la pérdida, estas situaciones deben ser informadas al responsable de la programación de la reparación de la pérdida.</p> <p>Por otro lado, muchas pérdidas de grado 2, a causa de su ubicación y magnitud pueden programarse para su reparación sobre la base una rutina normal con reinspección periódica de ser necesaria.</p>
<p><b>EJEMPLOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Pérdidas que requieran acción ante el congelamiento del terreno u otros cambios adversos en las condiciones de ventilación. Cualquier pérdida que, en condiciones de congelación y adversidades del suelo, probablemente migraría hacia la pared de un edificio.</li><li>b) Pérdidas que requieren acción dentro de los seis meses.<ul style="list-style-type: none"><li>1) Cualquier lectura del 40% del L.E.L. o mayor bajo la acera en una zona pavimentada pared a pared que no califica como una pérdida de grado 1.</li><li>2) Cualquier lectura de 100% del L.E.L. o mayor bajo una calle en una zona pavimentada pared a pared que tenga migración de gas significativa y no califique como una pérdida de grado 1.</li><li>3) Cualquier lectura menor del 80% del L.E.L. en pequeñas subestructuras (no asociadas al gas) desde las cuales el gas probablemente migraría causando un probable riesgo futuro.</li><li>4) Cualquier lectura entre el 20% y el 80% del L.E.L. en un espacio confinado.</li><li>5) Cualquier lectura sobre una cañería en operación al 30% de la TFME o mayor, en trazados clase 3 o 4, que no califique como pérdida de grado 1.</li><li>6) Cualquier lectura del 80% del L.E.L. o mayor en estructuras asociadas al gas.</li><li>7) Cualquier pérdida que, a juicio del personal de operación en el lugar, sea de magnitud suficiente para justificar una reparación programada.</li></ul></li></ul>

**TABLA 3c**

**CLASIFICACION DE LA PERDIDA Y CRITERIO DE ACCION - GRADO 3**

<p><b>DEFINICION:</b></p> <p>Una pérdida que sea no riesgosa al momento de la detección y puede esperarse razonablemente que se mantenga en ese estado.</p>
<p><b>CRITERIOS DE ACCION:</b></p> <p>Estas pérdidas deben reevaluarse durante la próxima inspección programada o dentro de los quince meses de la fecha informada, o que ocurriera en primer término, hasta que la pérdida sea reclasificada o no aparezca más en una lectura.</p>
<p><b>EJEMPLOS:</b></p> <p>Pérdidas que requieren reevaluación a intervalos periódicos.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) Cualquier lectura de menos del 80% del L.E.L. en pequeñas subestructuras asociadas al gas.</li><li>2) Cualquier lectura bajo una calle en zonas sin pavimentación pared a pared donde sea improbable que el gas pudiera migrar hacia la pared externa de un edificio.</li><li>3) Cualquier lectura de menos del 20% del L.E.L. en un espacio confinado.</li></ol>

**6. REGISTROS Y PAUTAS DE AUDITORIA INTERNA**

**6.1 Registros de pérdidas**

Deben mantenerse los registros de los historiales de pérdidas. Debe disponerse de datos suficientes para los usuarios y para demostrar lo adecuado de programas de mantenimiento de la empresa.

Deben registrarse y mantenerse los siguientes datos, pero no necesitan tener ningún formato específico o ser retenidos en una ubicación dada. Se requieren los registros de la descripción ambiental y de la hora solamente en aquellas pérdidas informadas por una fuente externa o requieran la información a una agencia oficial.

- a) Fecha de descubrimiento, hora informada, hora de despacho, de investigación, y por quién.
- b) Fecha(s) de la reevaluación antes de la reparación, y su autor.
- c) Fecha, hora y autor de la reparación.
- d) Fecha(s) de la revisión luego de la reparación, y por quién.
- e) Si existe una pérdida informable, la fecha y hora del informe telefónico a una autoridad oficial, y su autor.
- f) Ubicación de la pérdida.

- g) Grado de la pérdida.
- h) Uso de la línea (distribución, transmisión, etc.)
- i) Método de detección de la pérdida (si lo informó un grupo externo, su nombre y dirección).
- j) Parte del sistema donde se produjo la pérdida (cañería principal, servicio, etc.)
- k) Parte del sistema que tenía la pérdida (caño, válvula, accesorio, estación reguladora, etc.)
- l) Material que tenía pérdida (acero, plástico, fundición de hierro, etc.)
- m) Origen de la pérdida.
- n) Descripción del caño.
- o) Tipo de la reparación.
- p) Causa de la pérdida.
- q) Fecha de la instalación del caño (si es sabida)
- r) ¿Con protección catódica? (sí-no)
- s) Magnitud de la indicación del I.G.C.

## **6.2 Registros de inspección de pérdidas**

Para la inspección corriente e inmediatamente previa de un área, debe disponerse de la siguiente información:

- a) Descripción del sistema y zona inspeccionada, (esto podría incluir mapas e informes de inspección para la detección de pérdidas).
- b) Resultados de la inspección.
- c) Método de la inspección.
- d) Nombres de quienes realizan la inspección.
- e) Fechas de inspección.
- f) Además de lo enumerado, deben mantenerse los registros siguientes para una prueba de caída de presión:
  - 1) El nombre del operador, el nombre del empleado del operador responsable por la realización de la prueba, y el nombre de cualquier empresa utilizada en la prueba.
  - 2) Medio de prueba utilizado.
  - 3) Presión de la prueba.
  - 4) Duración de la misma.
  - 5) Presión que registran los gráficos, u otro registro de lecturas de presión..
  - 6) Resultado de la prueba.

## **6.3 Auditorías internas**

A los fines de que la efectividad de la detección de pérdida y del programa de reparación de la pérdida puedan evaluarse, deben realizarse auditorías internas de lo siguiente:

- a) Programa de inspección para detección. El operador debe asegurarse que el cronograma esté en concordancia con la parte M de la Norma y la condición general del sistema de la cañería.
- b) Efectividad de la inspección. El operador debe evaluar los resultados de inspección para la detección de pérdidas para asegurarse que, a través de todo el sistema, se está realizando una evaluación consistente.
- c) Cronograma de la reparación. El operador debe asegurarse que las reparaciones se realicen dentro del tiempo especificado.
- d) Efectividad de la reparación. El operador debe asegurarse que las reparaciones de pérdidas son efectivas.
- e) Registros de pérdidas. El operador debe asegurarse que se mantengan registros adecuados.

## **7. LOCALIZACION PRECISA**

### **7.1 Alcance**

Localización precisa es el proceso de rastreo de una fuga de gas, hasta su fuente. Debe seguirse ordenadamente un proceso sistemático que emplee uno o más de los siguientes procedimientos para reducir la excavación. El objetivo es evitar la excavación innecesaria, que insume más tiempo y es más costosa que el tiempo invertido en la localización precisa de una fuga.

### **7.2 Procedimiento**

- a) Debe establecerse el pasaje de gas señalando los límites externos de los indicios. Estos definirán el área donde se localizará la fuga normalmente. Estos ensayos deben efectuarse con I.G.C. sin realizar un esfuerzo excesivo proveyendo puntos de muestreo.
- b) Deben localizarse todas las líneas de gas para reducir el área de búsqueda. Debe prestarse particular atención a la localización de los accesorios de las válvulas, tes, salientes y conexiones: estos últimos tienen probabilidad relativamente alta de fuga. Debe obrarse con cuidado a fin de evitar daños a otras estructuras, mediante la colocación de barretas o excavación
- c) Deben identificarse las instalaciones ajenas en el área de búsqueda. El operador debe buscar rastros de actividades de construcción recientes que pudiesen haber contribuido a la fuga. El gas también puede pasar y ventear a través de una trinchera provista para otras instalaciones.
- d) Deben utilizarse perforaciones de ensayo o de barretas espaciadas en forma pareja sobre la línea de gas que se cree está teniendo fugas. Todas las perforaciones de barreta deben tener igual profundidad y diámetro (y hasta la profundidad del caño cuando sea necesario) y todas las lecturas de I.G.C. deben tomarse a una profundidad igual para obtener lecturas consistentes y valederas. Utilizando solamente las lecturas sostenidas más altas, el gas puede ser rastreado hasta su fuente identificando los orificios de ensayo con las lecturas más altas.
- e) Frecuentemente, se registran altas lecturas en más de una perforación de barreta y se requieren técnicas adicionales para determinar qué lectura es la más cercana a la fuente probable. Muchas de las lecturas de las perforaciones declinarán normalmente luego de un tiempo pero puede ser deseable disipar el gas excedente de las localizaciones subterráneas para acelerar el proceso. Deben utilizarse métodos de evaluación con precaución de evitar distorsionar los patrones de venteo.
- f) Una vez que la pérdida subterránea ha sido identificada, deben examinarse las perforaciones adicionales y las perforaciones más profundas para circundar más estrechamente el área (por ej.: las perforaciones de ensayo puede espaciarse a una distancia de 2 m inicialmente; luego el espaciado de 2 m entre las dos perforaciones de ensayo más altas puede examinarse con perforaciones adicionales de ensayo, con espaciado de 30 cm.
- g) Los ensayos adicionales incluyen la toma de lecturas del I.G.C. en la parte superior de la perforación de barreta o utilizando un manómetro y solución que forme burbuja para determinar qué perforación de barreta tiene el valor de mayor flujo positivo. Otros indicios son las partículas de polvo que vuelan

de las perforaciones de barreta, el sonido del gas saliendo de ellas o la sensación del flujo de gas en la superficie sensible de la piel. En ocasiones puede observarse la difracción de la luz solar mientras el gas ventea hacia la atmósfera.

- h) Cuando el gas se halla en un conducto subterráneo, pueden practicarse los ensayos en aberturas disponibles para aislar la fuente amén de las técnicas mencionadas. Muchas veces la pérdida se encuentra en la intersección del conducto ajeno y de una línea de gas. Debe prestarse particular atención a estas ocasiones.
- i) Cuando se ha estabilizado el patrón de las lecturas del I.G.C., usualmente la perforación de barreta con la lectura más alta señalará en forma precisa la fuga de gas.
- j) El operador debe ensayar con una solución que forme una burbuja cuando haya cañería expuesta, especialmente para localizar pérdidas menores.

### **7.3 Precauciones**

- a) Situaciones inusuales pueden complicar estas técnicas en algunas ocasiones. Son improbables, pero posibles. Por ejemplo, pueden producirse pérdidas múltiples que generen datos confusos. El área debe ser controlada después que se completen las reparaciones para eliminar este riesgo potencial. Ocasionalmente el gas puede embolsarse y producir un fuerte indicio hasta que la cavidad ha sido venteada. Ocasionalmente, pueden encontrarse gases extraños, tales como gas de material en descomposición. Esto se caracteriza por unas lecturas bastante constantes de entre el 15 y el 30% de gas en el área. Deben considerarse indicadores para el gas detectado en redes cloacales que tengan pérdidas de gas hasta que se demuestre lo contrario mediante ensayo o análisis o ambos.
- b) Al efectuar la detección precisa cuando el gas sea más pesado que el aire (gas licuado de petróleo), éste quedará abajo cerca del nivel del caño, pero puede fluir hacia abajo. Los gases licuados de petróleo normalmente no se dispersan ni migran a gran distancia, por lo tanto la fuga está generalmente cercana al indicio. Si el gas está venteando dentro de un ducto o una red cloacal, puede recorrer distancias considerables.

## APENDICE G-11 A DEL MATERIAL DE GUIA

(Ver Material de Guía de las Secciones 11 y 723)

### GUIA PARA EL CONTROL DE PERDIDAS DE GAS PARA SISTEMAS DE GAS DE PETROLEO

(Ver Apéndice G-11 del material de guía, para sistemas de gas natural)

#### 1. ALCANCE

Esta guía presenta criterios para la detección, clasificación y control de pérdidas de gas y para la elaboración de registros para manipuleo de sistemas de gases de petróleo o mezclas de gas de petróleo/aire más pesadas que el aire.

#### 2. DISCUSION GENERAL

Se elaboró un conjunto separado de pautas para estudios de fugas en sistemas de gas de petróleo en razón de las diferencias entre las propiedades físicas de este gas y las del gas natural.

Al considerar la detección y control de las pérdidas de gas, las dos diferencias más significativas entre el vapor del gas de petróleo y el gas natural son su peso específico relativo y los límites de inflamabilidad. El peso específico relativo del gas natural es aproximadamente 0,6, vale decir, más liviano que el aire. Esta propiedad facilita el venteo y la dispersión en la atmósfera de una pérdida de gas natural.

El rango del peso específico relativo del vapor del gas de petróleo es de 1,6 a 2,0, vale decir, es más pesado que el aire. En consecuencia, al escapar, tiende a asentarse en lugares bajos, y a moverse a lo largo del fondo de la zanja en líneas y estructuras subterráneas a menos que se disipe por considerables movimientos de aire. No ventea fácilmente a la superficie bajo condiciones normales. Cuando se efectúan ensayos para detectar fugas en sistemas subterráneos de gas de petróleo, resulta esencial tomar muestras en el caño o cerca del mismo, en el fondo de la zanja y en el punto bajo de las subestructuras.

Las concentraciones peligrosas de gas de petróleo pueden desarrollarse con rapidez debido al L.E.L. relativamente bajo. El rango inflamable del gas natural es de aproximadamente 5 a 15 por ciento de gas en aire en comparación con 2 a 10 por ciento de gas en aire para gases de petróleo. Por ello, cuando se efectúen estudios de fugas en sistemas de gas de petróleo, es esencial recordar que el límite explosivo inferior puede llegar hasta el 1,9 por ciento de gas en aire. El instrumento Indicador de Gas Combustible (IGC) usado para realizar estudios de fugas de gas de petróleo debe estar bien calibrado. Esto es especialmente importante cuando un IGC calibrado para gas natural o metano se usa junto con curvas desarrolladas para detectar concentraciones de otros gases. En 4.5 se analiza en detalle el instrumental IGC.

#### 3. DEFINICIONES (Aplicable solamente al Apéndice G-11 A)

**Acción inmediata:** consistirá en despachar sin demora a personal especializado con el propósito de evaluar y, cuando fuera necesario, eliminar el peligro posible o existente.

**Edificio:** es cualquier estructura habitada normal u ocasionalmente por seres humanos con propósitos comerciales, residenciales u otros, y en los que se podría acumular gas.

**Espacio cerrado:** es cualquier estructura bajo nivel (como cámaras, túneles, cisternas de desagüe, conductos verticales de inspección) de tamaño suficiente como para acomodar a una persona y en los que podría acumularse gas.

**Gas de petróleo:** propano, butano, o mezcla de estos gases más pesada que el aire (excepto una mezcla de gas-aire utilizada para complementar suministros a un sistema de distribución de gas natural).

**Gas natural:** mezcla de gases, en especial metano, más liviana que el aire.

**Indicador de Gas Combustible (IGC):** es un dispositivo capaz de detectar y medir las concentraciones de gas (del gas que es transportado) en la atmósfera.

**Inspección de seguimiento:** es una inspección llevada a cabo al término de una reparación, a fin de determinar la efectividad de la misma.

**Lectura:** es una desviación repetible en un IGC o instrumento equivalente, expresada en L.E.L. Cuando la lectura se produce en un espacio cerrado no ventilado, se debe tener en cuenta el índice de disipación cuando el espacio se ventila y el índice de acumulación cuando el espacio se hermetiza nuevamente.

**L.E.L.:** es el límite inferior de explosión del gas que se transporta (Lower Explosive Limit).

**Pequeñas subestructuras:** (distintas de las subestructuras asociadas al gas). Son cualquier tipo de estructuras bajo nivel que no poseen tamaño suficiente como para acomodar una persona (como conductos y cajas telefónicas y eléctricas, y cajas de válvulas y medidores no asociadas al gas) y en las cuales el gas podría acumularse o filtrarse.

**Perforación de barreta-martillo:** es un agujero hecho en el suelo o en pavimento con el propósito específico de investigar la atmósfera bajo nivel con un IGC.

**Punto de ensayo permanente:** es un punto de muestreo seleccionado e instalado para mantener una abertura para el ensayo de la atmósfera debajo de la superficie, sobre o cerca de la instalación de gas. Por lo general se utilizan cajas de válvulas, venteos o inserciones para ensayo para este fin.

**Subestructura asociada:** es un dispositivo o instalación utilizado por una compañía de gas (como una caja para válvula, cámara, caja de pruebas o caño camisa ventilados) que no está prevista para almacenar, transmitir ni distribuir gas.

**Túnel:** es un pasaje subterráneo suficientemente grande como para dar cabida a un hombre y en el cual podría acumularse el gas.

**TABLA 1**  
**PROPIEDADES SIGNIFICATIVAS FISICAS DE CUATRO GASES HIDROCARBUROS**  
**TÍPICOS NORMALMENTE HALLADOS EN LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCION <sup>(1)</sup>**

	<b>GAS NATURAL</b>	<b>PROPANO</b>	<b>PROPANO/AIRE 40/60%</b>	<b>BUTANO</b>
Fórmula	Mezcla	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> /aire	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>
Estado normal a presión atmosférica a 60 °F	Gas	Gas	Gas	Gas
Peso específico relativo (aire=1)	0,6	1,6	1,2	2,0
Límites de inflamabilidad (% gas en aire) inferior superior	5 15	2 10	(2) (2)	2 9

- (1) Otras mezclas pueden tener propiedades físicas significativamente diferentes. Cada operador evaluará el gas en su sistema de distribución.  
(2) Los límites explosivos se refieren al porcentaje de gas en aire y son los mismos que para el propano.

#### **4. DETECCION DE FUGAS**

##### **4.1 Calificación del personal**

Los reconocimientos de pérdidas de gas estarán a cargo de personal calificado por capacitación y experiencia

en el tipo de inspección de que se trate. Deberán estar familiarizados con las características del gas de petróleo en el sistema y capacitados en el uso de instrumentos de detección.

#### **4.2 Informes de fuentes externas**

Toda notificación proveniente de una fuente externa (como policía o bomberos, otros servicios públicos, contratistas, clientes o público en general) que informe sobre una fuga, explosión o fuego, correspondiente a cañerías de gas u otras instalaciones de gas, deberá ser investigada con celeridad. Si la investigación revela una pérdida, la misma será clasificada y se tomarán las medidas correspondientes de acuerdo con esta guía.

#### **4.3 Olores o indicaciones de fuentes externas**

Quando se dispone de indicaciones de pérdidas (como vapores de gasolina, gas natural, de petróleo, de alcantarillas o pantanos) provenientes de fuentes o instalaciones externas, o de cañerías de propiedad de particulares, se deben tomar rápidas medidas para proteger la vida y la propiedad.

Las pérdidas potencialmente peligrosas deben ser informadas con rapidez al operador de la instalación y, cuando correspondiera, al departamento de policía, a los bomberos o a otra dependencia del gobierno.

Quando la cañería esté conectada a una fuente externa (como la cañería de un usuario), deben tomarse las medidas necesarias (como desconexión o corte del flujo de gas a la instalación) con el objeto de eliminar el riesgo potencial.

#### **4.4 Búsqueda de pérdida y métodos de ensayo**

Pueden usarse los métodos de localización de pérdidas y de ensayo que se mencionan a continuación como sean aplicables, solos o combinados, de acuerdo con procedimientos escritos:

- Detección de fugas de gas bajo la superficie (incluyendo pruebas de perforaciones con barreta martillo).
- Pruebas de fugas por burbujeo.
- Pruebas de caídas de presión.
- Ensayo ultrasónico.

Pueden emplearse otros métodos de inspección y ensayo si se los estima apropiados y si se llevan a cabo de acuerdo con procedimientos que hayan sido ensayados y demostrado que son por lo menos iguales a los métodos indicados en esta sección.

Los métodos de Inspección para Detección de Gas en superficie y de Investigación de la Vegetación usados para los sistemas de Gas Natural, no son recomendables para utilizarlos en sistemas de Gas de Petróleo. Los gases de petróleo son más pesados que el aire y frecuentemente no alcanzan el terreno superficial ni causan modificaciones en la vegetación. Sin embargo, la Inspección de Detección de Gas en superficie, cuando es apropiadamente realizada tomando en cuenta que el Gas de Petróleo es más pesado que el aire, puede usarse en instalaciones que están por encima del suelo.

##### **a) Detección de fugas de gas bajo la superficie:**

- 1) Definición. El muestreo de la atmósfera debajo de la superficie con un Indicador de Gas Combustible u otro dispositivo capaz de detectar 10% del L.E.L. en el punto de la muestra.
- 2) Procedimiento. El reconocimiento se realizará mediante ensayos con, una serie de agujeros hechos con barreta inmediatamente al lado de la instalación de gas y en aberturas disponibles (espacios cerrados y subestructuras pequeñas) contiguas a la instalación. La ubicación de la instalación y su proximidad a edificios y demás estructuras se considerará al determinar la separación de los puntos de muestreo. Dicha separación a lo largo de las líneas de transporte o distribución de gas, dependerá de las condiciones del suelo y de la superficie, pero nunca deberá superar los 6 metros. Cuando la instalación cruce por debajo de pavimento a una distancia de 6 m o menos, se realizarán ensayos en los puntos de entrada y salida de la zona

pavimentada. Cuando esta zona pavimentada sobre la instalación tiene 6 m o más de longitud, los puntos de muestreo se ubicarán a intervalos de 6 m o menos. En caso de una amplia zona pavimentada, se considerarán puntos de ensayo permanentes, en especial, puntos bajos. El modelo de muestreo debería incluir ensayos en ubicaciones potenciales de fugas como, por ejemplo, uniones roscadas o mecánicas, y en paredes de edificios en la acometida o entrada del servicio. Se ensayarán todas las aberturas contiguas a la instalación.

Cuando se ensayen aberturas disponibles para gas de petróleo, se tomarán las lecturas en la parte de arriba y de abajo de la estructura. Al ensayar espacios cerrados y sótanos grandes, se ensayarán los pisos, incluyendo drenajes, porque los gases de petróleo pueden quedar temporariamente en bolsones que contengan mezclas explosivas. Puesto que el gas que escapa puede no penetrar por la entrada de la cañería, se recomienda realizar un reconocimiento de pisos y paredes. Durante el mismo, todos los agujeros de barretas deberían penetrar hasta la profundidad del caño siempre que sea necesario a efectos de obtener lecturas coherentes y válidas. La profundidad del suelo, la profundidad y presión de la cañería, y el tipo de instrumento que se utilice. Las lecturas se tomarán en el fondo del orificio de ensayo. La sonda deberá estar equipada con un dispositivo que impida la aspiración de fluidos. Al realizar el reconocimiento, el inspector deberá usar la escala más sensible del instrumento, observando pequeñas indicaciones de gas combustible. Se investigará con mayor intensidad toda indicación para determinar el origen del gas. Se actuará con cuidado para no dañar el caño ni el revestimiento con la barra de sondeo.

- 3) Utilización. Este método de investigación debe ser utilizado para instalaciones enterradas. Cuando la separación entre los puntos no sea adecuada, se aplicará el sentido común: bajo estas condiciones se incorporarán puntos adicionales; se probarán las aberturas disponibles (válvulas, cajas de válvulas y entradas de hombre). Sin embargo, no deben considerarse como los únicos puntos para ensayar pérdidas de gas de petróleo.

#### **b) Prueba de fuga por burbujeo**

- 1) Definición. Consiste en la aplicación de agua jabonosa o de otra solución de formar espuma sobre cañería expuesta, a fin de determinar la existencia de una pérdida.
- 2) Procedimiento. Los sistemas de cañería expuesta serán limpiados razonablemente y cubiertos completamente con la solución. Las pérdidas son indicadas por la presencia de burbujas. No deberá usarse la solución a menos que las investigaciones o ensayos hayan demostrado que la cañería resistirá el contacto directo con la misma.
- 3) Utilización. Este método puede utilizarse para lo siguiente:
  - i) para probar tramos de un sistema, expuestos sobre nivel (tales como juegos de conexión de medidores o cañería expuesta al descubierto en cruces de puentes);
  - ii) para probar una junta o una reparación que no esté incluida en los ensayos de presión.

#### **c) Prueba de caída de presión**

- 1) Definición. Es una prueba para determinar si un tramo aislado de una cañería pierde presión como consecuencia de una pérdida. 1
- 2) Procedimiento. Las instalaciones elegidas para realizar este ensayo deben ser primero aisladas y luego probadas. Para determinar los parámetros del ensayo debe seguirse el siguiente criterio:
  - i) Presión de prueba. Una prueba realizada sobre instalaciones existentes con el único propósito de detectar pérdidas deberá realizarse a una presión por lo menos igual a la presión de operación. Un ensayo de presión realizado con el propósito de calificar la línea o de elevar el rango de presión del sistema, deberá llevarse a cabo de acuerdo con los requisitos de las partes J ó K de esta norma.

- ii) Medio de prueba. El medio de prueba utilizado deberá conformar los requisitos de la Sección 503 b).
  - iii) Duración de la prueba. La duración de la prueba debe ser suficiente como para detectar la pérdida. Para determinar el tiempo de duración deberá tenerse en cuenta lo siguiente:
    - el volumen que se ensaya;
    - el tiempo que se necesita para que se establezca la temperatura del medio de prueba elegido;
    - la sensibilidad del instrumento de ensayo.
- 3) Utilización: Los ensayos de caída de presión deben utilizarse solamente para establecer la presencia o ausencia de pérdidas en un segmento específicamente aislado de una cañería. Este tipo de prueba no proporciona la localización de la pérdida. En consecuencia, las instalaciones en las que haya indicaciones de pérdidas pueden requerir evaluaciones posteriores mediante otro método de detección, con el objeto de que la pérdida sea localizada, estimada, y clasificada.

#### **d) Prueba ultrasónica de pérdidas**

- 1) Definición: Es el ensayo de instalaciones con cañería expuesta al descubierto mediante un instrumento capaz de detectar la energía ultrasónica generada por un escape de gas. El instrumento que se utilice debe ser adecuado para la presión de que se trate.
- 2) Procedimiento: Al probar una instalación de gas con este método deben tenerse en cuenta los siguientes puntos:
  - i) Presión de la línea. A medida que aumenta la presión de la línea aumenta también la energía ultrasónica generada por la pérdida.
  - ii) Ubicación de la instalación. Los objetos que se hallen cerca o en los alrededores de la instalación pueden reflejar o atenuar la energía ultrasónica generada, dificultando la detección o localización precisa de la pérdida.
  - iii) Frecuencia de las pérdidas. Un cierto número de pérdidas en un área dada puede crear un alto nivel de fondo ultrasónico que puede reducir la capacidad de detección de este tipo de prueba.
  - iv) Tipo de instalación. Los equipos neumáticos y operados a gas generan energía ultrasónica. Debe conocerse la ubicación y cantidad de este tipo de equipos a fin de determinar si el fondo ultrasónico es demasiado alto.

El personal encargado de llevar a cabo este tipo de examen deberá registrar la totalidad del área con el objeto de eliminar la detección de indicaciones reflejadas. Las indicaciones ultrasónicas de pérdidas deberán verificarse y localizarse con exactitud mediante alguno de los otros métodos aceptables de supervisión o ensayo.

#### **3) Utilización**

La prueba ultrasónica puede utilizarse en el ensayo de instalaciones con cañería expuesta. Sin embargo, si el nivel ultrasónico de fondo produce una lectura de escala en completa en el medidor con el amplificador graduado a medio alcance, la instalación debe ser probada mediante otro método de inspección.

#### 4-5 Instrumentos típicos disponibles para la detección de gas:

##### a) Tipo y uso general

**TABLA 2**  
**CLASE Y USO GENERAL (1)**

TIPO DE INSTRUMENTO	NIVEL INFERIOR DE SENSIBILIDAD			NIVEL SUPERIOR DE SENSIBILIDAD			METODO DE MUESTREO
	P.P.M. (2)	% L.E.L.	% GAS	P.P.M. (2)	% L.E.L.	% GAS	
RECONOCIMIENTO BAJO NIVEL							
Tipo catalítico (hilo caliente % L.E.L.)	2000	10	0,2	20000	100	2 (3)	Aspiración manual
Conductividad térmica (% gas)	50000		5			100	Aspiración manual
Conductividad térmica amplificada	50	1				25 (3)	Bombeo
Detector infrarrojo	5			1000	2	0,1	Bombeo
Detector por ionización de llama de hidrógeno (4)	1			10000 a 50000	20 a 100	1 a 5	Bombeo

##### Referencias:

- (1) Los valores de P.P.M., % L.E.L. (límite inferior de explosión) y % gas que se muestran son para concentraciones de propano, para instrumento calibrado para propano. Cuando los gases en cuestión son otros (G.L.P. o gas manufacturado), se deberá realizar el ajuste apropiado para medir adecuadamente con el criterio correspondiente. Ver 4.5 d) de este apéndice.
- (2) P.P.M.: partes por millón.
- (3) Cuando la concentración máxima detectable es excesiva, la aguja del medidor del instrumento cae a cero o por debajo de él.
- (4) El nivel superior de sensibilidad varía con los diferentes modelos.

##### b) Mantenimiento del instrumental

Todo instrumento utilizado para la detección y evaluación de pérdidas debe ser operado de acuerdo con las instrucciones recomendadas por el fabricante y:

- 1) Debe ser controlado periódicamente mientras se lo está utilizando, para asegurarse que dispone de los requisitos de voltaje recomendados.
- 2) Debe ser probado diariamente o antes de utilizarlo para asegurarse de su correcta operación, que el sistema de muestreo está libre de pérdidas y que los filtros no están obstruyendo el flujo del muestreo.
- 3) Los sistemas de Ionización de Llama de Hidrógeno (ILH) deben ser probados antes de empezar y periódicamente chequeados durante una investigación.

##### c) Calibración de los instrumentos

(Ver también 4.5 d) de este Apéndice)

Todo instrumento utilizado para la detección y evaluación de pérdidas debe ser calibrado de acuerdo con las instrucciones de calibración recomendadas por el fabricante

- 1) después de cualquier reparación o reemplazo de partes;
- 2) de acuerdo con un programa regular teniendo en cuenta el tipo y el uso del instrumento en cuestión. La calibración de los sistemas ILH e IGC debe controlarse por lo menos una vez por mes mientras están en uso;
- 3) en cualquier momento en que se sospeche que haya variado la calibración de un instrumento.

#### **d) Curvas de conversión**

No es absolutamente esencial que los instrumentos utilizados para realizar reconocimientos de fugas en sistemas de gas de petróleo estén calibrados específicamente para el gas que se distribuye. Sin embargo, sí es esencial que esté calibrado para el gas especificado por el fabricante y que éste proporcione curvas de conversión para el gas de petróleo adecuado o que el operador las elabore. Sin adecuada calibración y sin las curvas de conversión apropiadas, el inspector no podrá interpretar las lecturas ni determinar las concentraciones. Por ejemplo, los instrumentos IGC de hilo caliente calibrados para metano o gas natural, darán lecturas correctas para el propano en la escala L.E.L. (2,0 por ciento de propano en aire leerá 100% L.E.L. en el medidor). En instrumentos de doble escala calibrados para gas natural, una concentración del 100 % de propano no leerá 100 % de gas.

## **5. CLASIFICACION DE FUGAS Y CRITERIOS DE ACCION**

### **5.1 Generalidades**

Se establece a continuación un procedimiento para clasificar y controlar las indicaciones de fugas de gas inflamable. Al evaluar una pérdida de gas, el paso inicial consiste en determinar el perímetro de la zona de fuga. Cuando este perímetro se extiende a la pared de un edificio, la investigación deberá continuar dentro del edificio. En caso de GLP, se deberá considerar el sótano u otras zonas bajas.

### **5.2 Grados de fuga**

En base a la evaluación de la ubicación y magnitud de una fuga, se asignará uno de los siguientes grados estableciendo de esta forma la prioridad de la reparación.

Grado 1, una fuga que representa un peligro real o probable a personas o bienes, y que exige la reparación inmediata o una acción continua hasta que las condiciones pierdan su peligrosidad.

Grado 2, una fuga que se reconoce como no peligrosa en el momento de su detección pero que exige programar su reparación en base a un peligro probable futuro.

Grado 3, una fuga no peligrosa en el momento de la detección y que probablemente no lo será en el futuro. Como el GLP es más pesado que el aire y se acumulará en zonas bajas, en lugar de disiparse, pocas pérdidas pueden seguramente ser clasificadas como Grado 3.

### **5.3 Clasificación de fugas y criterios de acción**

Las tablas 3a, 3b, y 3c, presentan pautas para la clasificación de fugas y su control. Los ejemplos de condiciones de fugas de las Tablas son sólo ilustrativos y no son excluyentes. El criterio del personal de la compañía en la escena del hecho es de primordial importancia en la determinación del grado que se le asignará a una fuga.

### **5.4 Inspección de seguimiento**

Antes del relleno se verificará lo adecuado de las reparaciones de las fugas con el IGC. Se controlará con un IGC el perímetro de la zona de fuga. Cuando exista gas residual en el suelo después de la reparación de una fuga Grado 1, se realizará una inspección de seguimiento lo antes posible después de permitir el venteo y estabilización de la atmósfera del suelo, pero en ningún caso, con posterioridad a un mes después de la

reparación. Como el GLP es más pesado que el aire, será necesario purgar o ventear mecánicamente una zona una o más veces, para asegurar la ausencia de peligrosidad. En el caso de otras reparaciones, el personal calificado determinará la necesidad de dicha inspección y cuando sea necesaria, se realizará, como máximo, a los tres meses.

### **5.5 Reevaluación de una fuga**

Cuando se deba reevaluar una fuga (ver tablas 3b y 3c) se la clasificará usando el mismo criterio aplicado que cuando se la descubrió.

## **6. REGISTROS Y AUDITORIAS INTERNAS**

### **6.1 Registros de fugas**

Se deberán llevar registros históricos de fugas de gas. Se deberá contar con datos suficientes que permitan demostrar lo adecuado de los programas de mantenimiento de las compañías.

Se deberá registrar y conservar la información siguiente, pero no es necesario respetar un formulario específico ni guardarlo en un lugar determinado. Se requieren registros descriptivos ambientales y horarios sólo para las fugas informadas por fuentes externas o que deban ser informadas a un organismo regulador.

- a) Fecha de la detección. hora del informe, hora del despacho, hora de la investigación y persona a cargo.
- b) Fecha(s) de la reevaluación antes de la reparación y persona a cargo.
- c) Fecha, de la reparación, hora de la reparación y persona a cargo.
- d) Fecha(s) de nuevo control después de la reparación y persona a cargo.
- e) Si es una fuga que se debe informar, fecha y hora del informe telefónico a la autoridad reguladora y persona que informó.
- f) Ubicación de la fuga.
- g) Grado de la fuga.
- h) Uso de la línea (distribución, transporte, etc.)
- i) Método de detección de la fuga (si fue informada por una fuente externa, nombre y dirección).
- j) Parte del sistema donde se produjo la fuga (línea principal, servicio, etc.).
- k) Parte del sistema que tuvo la fuga (caño, accesorio, válvula, compresor, estaciones reguladoras, etc.).
- l) Material que sufrió la fuga (acero, plástico, fundición de hierro, etc.).
- m) Origen de la fuga.
- n) Descripción del caño.
- o) Tipo de reparación.
- p) Causa de la fuga.
- q) Fecha de instalación del caño (si se conoce).
- r) Protección catódica (SI-NO).
- s) Magnitud de la indicación del IGC.

## **6.2 Registros de análisis de fugas**

Para el análisis actual y previo de una zona, se deberá contar con la información siguiente:

- a) Descripción del sistema y zona investigados (Puede incluir planos y diarios de inspecciones de fugas).
- b) Resultados del análisis.
- c) Método de análisis.
- d) Nombre de quien realiza el análisis.
- e) Fechas del análisis.
- f) Además de lo anterior, se llevarán los siguientes registros relativos a una prueba de caída de presión:
  - 1) nombre del operador, nombre del empleado del operador que efectúa la prueba y nombre de la compañía empleada en la prueba;
  - 2) medio de prueba utilizado;
  - 3) presión de prueba;
  - 4) duración de la prueba;
  - 5) cartas de registros de presión, u otros registros de lecturas de presión;
  - 6) resultados de la prueba.

## **6.3 Auditorías internas**

A fin de evaluar la eficacia del programa de detección y reparación de fugas, se deberán realizar auditorías internas en los siguientes temas:

- a) Cronograma de análisis de fugas. El operador asegurará que el mismo sea compatible con la Parte M de esta norma y la condición general del sistema de cañerías.
- b) Eficacia del análisis. El operador evaluará los resultados del análisis de fugas para asegurar que se realice una evaluación coherente en todo el sistema.
- c) Cronograma de reparaciones. El operador se asegurará que las reparaciones se realicen dentro del plazo especificado.
- d) Eficacia de la reparación. El operador asegurará que las reparaciones sean efectivas.
- e) Registros de fugas. El operador asegurará que se lleven registros adecuados.

## **7. LOCALIZACION PRECISA**

### **7.1 Alcance**

La localización precisa es el proceso de rastrear la fuga de gas detectada hasta su origen. Debe respetar un proceso sistemático y ordenado que emplee uno o más de los procedimientos siguientes para reducir la excavación. El objetivo es impedir excavaciones innecesarias que insumen más tiempo y son más caras que este método de localización de fugas.

### **7.2 Procedimiento**

- 1) Se determinará el escape de gas estableciendo los límites exteriores de las indicaciones. Ello definirá una zona en la cual estará ubicada la pérdida. Estos ensayos se realizarán con un IGC sin esfuerzos excesivos para suministrar puntos de muestra.

- b) Todas las líneas de gas se ubicarán de forma tal de estrechar la superficie de búsqueda. Se considerará en especial la ubicación de accesorios, válvulas, tes, salientes y conexiones, las últimas de las cuales tienen grandes posibilidades de sufrir pérdidas. Se actuará con precaución para impedir daños a otras estructuras subterráneas durante la excavación.
- c) Se identificarán las instalaciones de terceros en la zona de búsqueda. El operador buscará evidencias de actividades recientes de construcción que pudieran haber contribuido a producir la fuga. El gas también puede migrar y ventear a lo largo de una zanja de otras instalaciones.
- d) De la misma manera se harán perforaciones con barreta-martillo o pozos de exploración uniformemente espaciados sobre la cañería de gas que presuntamente tenga fugas, a efectos de sondeos. Los agujeros de sondeo serán de igual profundidad y diámetro (y por debajo de la profundidad del caño si fuera necesario) y las lecturas del IGC se tomarán a la misma profundidad a efectos de que las lecturas sean coherentes y válidas. Usando sólo las lecturas más elevadas sostenidas, será posible rastrear el gas hasta su origen identificando los pozos de exploración con las lecturas mayores.
- e) Con frecuencia se obtienen lecturas elevadas en más de un pozo, y será necesario emplear otras técnicas para determinar cuál es la lectura más cercana a la fuente probable. Muchas de las lecturas normalmente descenderán pasado un tiempo, pero puede ser recomendable disipar el exceso de gas de ubicaciones subterráneas para acelerar el proceso. Los métodos de evaluación deben usarse con precaución para no distorsionar las características propias del venteo que se analiza.
- f) Una vez identificada una fuga subterránea, se explorarán pozos adicionales y más profundos a fin de cercar más la zona en cuestión. (Por ejemplo, los pozos pueden tener una separación inicial de 2 m, pudiendo explorarse luego la separación entre los dos pozos de mayor lectura con pozos adicionales, ubicados, por ejemplo, hasta 30 cm)
- g) Los ensayos adicionales incluyen lecturas de IGC en la parte superior del agujero de sondeo o usando un manómetro o solución que forme burbujas para determinar dónde está el caudal positivo mayor. Otras indicaciones son partículas de polvo que soplan desde los pozos, el sonido del gas proveniente del pozo o la sensación de caudal sobre una superficie sensible de la piel. A veces se observa la difracción de la luz solar a medida que el gas ventea a la atmósfera.
- h) Cuando se descubre gas en un conducto subterráneo, además de las técnicas ya mencionadas, podrán ensayarse las aberturas disponibles para aislar la fuente. Muchas veces se descubre una fuga en la intersección de un conducto de terceros y una cañería de gas. Se deberá prestar especial atención a estas ubicaciones.
- i) Una vez estabilizado el patrón de lecturas del IGC, los agujeros de sondeo con la mayor lectura por lo general señalarán fuga.
- j) El operador debería ensayar con alguna solución jabonosa cuando haya cañería expuesta, en especial para detectar fugas más pequeñas.

### **7.3 Precauciones**

- a) Situaciones inusuales pueden complicar estas técnicas en algunas ocasiones. Son improbables, pero posibles. Por ejemplo, pueden producirse múltiples fugas que produzcan información confusa. Una vez finalizada la reparación se volverá a verificar la zona para eliminar dicha posibilidad. A veces el gas se embolsará y habrá una fuerte indicación hasta ventear la cavidad. También será posible hallar gases de otros orígenes, como el proveniente de material en descomposición. Por lo general se caracteriza por lecturas IGC relativamente constantes entre 15 y 30% de gas en toda la zona. Las indicaciones de gas detectado en cloacas se considerarán como pérdidas hasta que los ensayos y análisis demuestren lo contrario.
- b) Al localizar fugas cuando el gas es más pesado que el aire (GLP), el gas por lo general permanecerá bajo, cerca del nivel del caño, pero puede moverse hacia abajo si hay pendiente. Los GLP no se diseminan ni escapan tanto, de modo que en general la fuga estará cerca de la indicación. Si el gas ventea por un ducto o cloaca, puede recorrer distancias considerables.

**TABLA 3a**

**CLASIFICACION DE FUGAS Y CRITERIOS DE ACCION - GRADO 1**

<p><b>DEFINICION:</b></p> <p>Una pérdida que representa un peligro real o probable a las personas o a los bienes, y que exige una acción reparadora inmediata o continua hasta que la condición pierda su peligrosidad.</p>
<p><b>CRITERIOS DE ACCION:</b></p> <p>Requiere una acción inmediata (*) para proteger la vida y la propiedad, y una acción continua hasta que la condición pierda su peligrosidad.</p> <p>(*) La acción inmediata en algunas instancias puede exigir una o más de las siguientes medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Implementación del plan de emergencia de la compañía (Sección 615).</li><li>b) Evaluación de inmuebles.</li><li>c) Cierre de una zona.</li><li>d) Nuevas rutas para el tránsito.</li><li>e) Eliminación de fuentes de encendido.</li><li>f) Ventilación de la zona.</li><li>g) Detener el caudal de gas cerrando válvulas, o por otros medios.</li><li>h) Notificación a la policía y bomberos.</li></ul>
<p><b>EJEMPLOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>1) Toda pérdida que, a criterio del personal operativo en el lugar, se considere un peligro inmediato.</li><li>2) Gas de pérdida que se haya encendido.</li><li>3) Toda indicación de gas que haya escapado hacia un edificio, debajo del mismo, o dentro de un túnel.</li><li>4) Toda lectura en la pared externa de un edificio o cuando el gas pudiera presumiblemente migrar hacia una pared externa de un edificio.</li><li>5) Toda lectura del 60% del L.E.L. o más, en un espacio cerrado.</li><li>6) Toda lectura del 60% del L.E.L. o más, en subestructuras pequeñas (no asociadas al gas), de donde es probable que el gas escape a la pared externa de un edificio.</li><li>7) Toda pérdida que pueda verse, oírse o sentirse, y que está ubicada en un lugar que pudiera poner en peligro al público o las cosas.</li></ul>

**TABLA 3b**

**CLASIFICACION DE FUGAS Y CRITERIOS DE ACCION - GRADO 2**

**DEFINICION:**

Una pérdida reconocida como no peligrosa en el momento de la detección, pero que justifica programar su reparación en vista de peligros futuros probables.

**CRITERIOS DE ACCION:**

Las pérdidas se repararán o eliminarán dentro del lapso de doce meses a partir de la fecha en que fueron informadas. Al determinar la prioridad de la reparación, se considerarán los siguientes criterios:

- a) Volumen y movimiento de gas.
- b) Proximidad del gas a los edificios y estructuras subterráneas.
- c) Alcance del pavimento.
- d) Tipo de suelo y sus condiciones (escarcha, humedad, ventilación natural).

Se reevaluarán las pérdidas grado 2 por lo menos cada tres meses hasta su eliminación. La frecuencia de la reevaluación se determinará por la ubicación y magnitud de la fuga.

Las pérdidas grado 2 pueden variar mucho en cuanto al peligro potencial que conllevan. Al evaluarlas de acuerdo con los criterios precedentes, algunas de ellas pueden justificar su reparación dentro de los siguientes cinco días hábiles. Durante el día hábil en que se detecte la fuga, se dará a conocer tal situación a la persona responsable de programar las reparaciones.

Por otro lado, y en razón de su ubicación y magnitud, la reparación de muchas de las fugas grado 2, se podrá programar de manera rutinaria en base a las reinspecciones periódicas necesarias.

**EJEMPLOS:**

- a) Fugas que exigen acción previa al congelamiento del suelo u otros cambios adversos en las condiciones de ventilación.  
Toda fuga que, ante el congelamiento del suelo u otras condiciones adversas, probablemente alcanzaría la pared externa de un edificio.
- b) Fugas que exigen una acción correctiva dentro de los seis meses.
  - 1) Toda lectura del 40% del L.E.L. o mayor, debajo de una vereda en una zona pavimentada de pared a pared, que no califique como fuga grado 1.
  - 2) Toda lectura del 100% del L.E.L. o mayor, debajo de una calle en una zona pavimentada de pared a pared, que tenga una significativa migración de gas y no califique como fuga grado 1.
  - 3) Toda lectura de menos del 60% del L.E.L. en subestructuras pequeñas (excepto subestructuras asociadas al gas) de las cuales es posible que migre gas creando un probable peligro para el futuro.
  - 4) Toda lectura de menos del 60% del L.E.L. en un espacio cerrado.
  - 5) Toda lectura en una cañería de gas que opere al 30% de la TFME o más en clases 3 ó 4 de trazado y que no califique como fuga grado 1.
  - 6) Toda lectura del 80% del L.E.L. o más, en subestructuras asociadas al gas
  - 7) Toda fuga que, a criterio del personal operativo en el lugar, tenga magnitud suficiente para justificar la programación de la reparación.

**TABLA 3c**

**CLASIFICACION DE FUGAS Y CRITERIOS DE ACCION - GRADO 3**

**DEFINICION:**

Una fuga que no es peligrosa en el momento de su detección y que probablemente no lo será en el futuro. Como el gas de petróleo es más pesado que el aire y se deposita en áreas bajas en vez de disiparse, pocas pérdidas pueden ser clasificadas como grado 3 con seguridad.

**CRITERIOS DE ACCION:**

Estas fugas se reevaluarán dentro de los tres meses siguientes a la fecha en que fueron informadas, para confirmar su clasificación. Estas fugas se reevaluarán durante la siguiente inspección programada, o dentro de los quince meses posteriores a la fecha en que fueron informadas, lo que ocurriera en primer término, hasta que la fuga sea reclasificada o deje de ser leída.

**EJEMPLOS:**

Fugas que exigen reevaluación a intervalos periódicos:

- 1) Toda lectura de menos del 80% del L.E.L. en subestructuras pequeñas no asociadas al gas.
- 2) Toda lectura debajo de una calle en zonas sin pavimento de pared a pared, donde es probable la migración del gas a la pared externa de un edificio.



## **APENDICE G-12 DEL MATERIAL DE GUIA**

(Ver material de guía de las Secciones 605 y 615)

### **CIERRE PLANIFICADO**

#### **1. INTRODUCCION**

Estos lineamientos están pensados para asistir al personal responsable, calificado por su experiencia y entrenamiento, en la dirección de un corte planeado de una línea de transporte o distribución. Consideran plenamente la seguridad y protección de las personas y la propiedad. Las operaciones rutinarias de mantenimiento pueden realizarse segura y efectivamente adhiriendo a los procedimientos establecidos, concordantes con estas pautas, que se emplean en las tareas que día a día realiza la compañía. Otros cierres pueden requerir planes específicos y coordinación con distintos departamentos de la compañía y grupos externos. Algunas de las nociones que están expuestas en estos consejos, y no todas, serán aplicables en algún caso particular de corte.

#### **2. PLANEAMIENTO, PREPARACION Y PROCEDIMIENTOS ESCRITOS**

##### **2.1. PLANEAMIENTO Y PREPARACION**

- a) El programa deberá proporcionar disposiciones para ejercer en todo momento, durante la operación, un control total del gas en el tramo y en las instalaciones adyacentes o afectadas, incluyendo el momento de cierre, el periodo de corte y el retorno al servicio. Entre los factores a considerar en la planificación están los siguientes:
- 1) Instalaciones afectadas por el cierre.
  - 2) Secuencia de operación de válvulas y dispositivos.
  - 3) Verificación del cierre de válvulas mediante:
    - I) Cuenta de las vueltas para cerrar.
    - II) Técnicas de bloqueo y purgado.
    - III) Observación de indicadores de posición.
    - IV) Medición de tiempos.
  - 4) Válvulas automáticas.
  - 5) Calibración de los dispositivos de seguridad, de control y reguladores afectados.
  - 6) Derivación de las plantas de medición.
  - 7) Instalación de obturadores de línea en la red de distribución.
  - 8) Suministro a las líneas de servicio de clientes.
  - 9) Capacidad de caudal de gas, de los equipos e instalaciones afectadas.
  - 10) Supervisión de las presiones durante cada fase de la operación.
  - 11) Ubicación del venteo, condiciones y procedimientos.
  - 12) Venteo y control de cualquier pérdida alrededor de válvulas cerradas y obturaciones.
  - 13) Condiciones y procedimientos de purgado.

- 14) Presurización para la reanudación del servicio.
  - 15) Procedimientos alternativos para el control del fluido a ser empleados en una emergencia.
- b) Durante la planificación deberá determinarse si hay algún trabajo adicional que se necesita efectuar, que también requiera un cierre de cañería. Si es viable, este trabajo adicional deberá incorporarse en el plan. Así se reducirá el número de cortes y de ese modo mejorará la continuidad y seguridad global de la operación del gasoducto.

Programar el cierre para la fecha más ventajosa y con tanta anticipación como sea posible. Entre los factores a considerar para la fijación de ese momento, están los siguientes:

- 1) Condiciones de carga de caudal, del gasoducto.
  - 2) Problemas operativos especiales.
  - 3) Demanda de gas por parte de los clientes.
  - 4) Continuidad del servicio a los clientes.
  - 5) Coordinación con los abastecedores de gas y los operadores interconectados.
  - 6) Estado de preparación en los lugares de trabajo.
  - 7) Disponibilidad de materiales, personal y equipo.
  - 8) Condiciones climáticas.
  - 9) Epoca del año.
- d) El plan, o partes apropiadas del mismo, deberán ser difundidas a los grupos pertinentes de la compañía para su revisión y aprobación previa. Se deberá conceder el tiempo necesario para que dicha revisión y aprobación se efectúen convenientemente.

## **2.2. PROCEDIMIENTOS ESCRITOS**

- a) Podrán emplearse y anexarse, si es conveniente, procedimientos o planes tipificados, por escrito, que hayan sido desarrollados y habilitados durante un cierto tiempo. Un cierre complejo deberá ser cubierto por un plan específicamente escrito para dicha situación. No será necesario recopilar, en un lugar o en un documento, el material escrito.
- b) El procedimiento deberá incluir el empleo de un dibujo lineal o un diagrama esquemático del tramo a cerrar.
- c) El plan deberá señalar la responsabilidad del personal en los distintos aspectos del cierre.
- d) También incluirá disposiciones para la notificación a las autoridades pertinentes antes del cierre y para la obtención de asistencia en una situación de emergencia. Deberá proporcionar listas o indicaciones para efectuar avisos, ubicadas en donde corresponda, las que podrán incorporar puntos tales como instalaciones disponibles en caso de una emergencia médica, otras empresas operadoras, organismos civiles y gubernamentales (incluyendo bomberos y policía).
- e) El alcance y la naturaleza del trabajo determinarán la duración de la coordinación entre los distintos grupos y su incumbencia. Estas agrupaciones podrán incluir a clientes, proveedores de gas, organismos gubernamentales, otros operadores de gasoductos y compañías, y los departamentos o divisiones afectados de la empresa (tales como compresión, ingeniería, despacho, seguridad, regulación y medición, derechos de paso, suministro de gas, ventas, distribución y servicio al cliente).

### **3. ACTIVIDADES GENERALES PREVIAS AL CIERRE**

#### **3.1. INSTRUCCIONES PREVIAS AL CIERRE**

- a) El supervisor a cargo impartirá las instrucciones necesarias. En esa conferencia se deberán incluir tópicos tales como los siguientes:
  - 1) Asignación de tareas.
  - 2) Tareas a efectuar y orden de realización.
  - 3) Medios de comunicación.
  - 4) Límites de presión a mantener.
  - 5) Condiciones normales y anormales que pueden esperarse.
  - 6) Procedimientos alternativos en caso de producirse una emergencia.
- b) Deberá notificarse a los organismos gubernamentales apropiados, organizaciones civiles y otras empresas operadoras.

#### **3.2. ACCIONES PREVIAS AL CIERRE**

El operador deberá:

- a) Asegurar el correcto funcionamiento y la efectividad de válvulas y otros elementos que serán utilizados para bloquear o controlar el gas, haciendo inspecciones y las reparaciones necesarias.
- b) Poner bajo control manual aquellas válvulas automáticas que pudieran verse adversamente afectadas.
- c) Ajustar o cambiar los valores de calibración de las plantas reguladoras de presión, estaciones de regulación de barrios, plantas de alivio, válvulas de alivio y otros equipos de control, según se requiera, para mantener presiones seguras a lo largo del sistema.
- d) Tomar precauciones para minimizar el riesgo de incendio cuando pueda esperarse la presencia de hidrocarburos líquidos en un corte de cañería.
- e) Hacer tanto de los siguientes trabajos antes del cierre, como sea práctico o necesario y consecuente con las prácticas de operación segura.
  - 1) Excavar e identificar y verificar la cañería en el lugar de trabajo.
  - 2) Limpiar e inspeccionar el exterior del caño.
  - 3) Controlar que el caño no sea de tamaño menor o mayor.
  - 4) Instalar tomas para escapes o venteos.
  - 5) Instalar equipo para derivación.
  - 6) Instalar accesorios para obturadores de línea.
  - 7) Desactivar rectificadores.
  - 8) Disponer ensayos no destructivos.
  - 9) Comprobar disponibilidad y condición de funcionamiento del equipo de trabajo requerido.
  - 10) Proveer y verificar extinguidores.

- 11) Calibrar manómetros de prueba y registradores y asegurarse de que sus conexiones no estén obstruidas.
- 12) Controlar disponibilidad y condición satisfactoria del equipo de detección de gas y la disponibilidad del personal calificado para operarlo.
- 13) Proporcionar equipo para primeros auxilios, suministros y ropa de protección.

#### **4. ACTIVIDADES PARA CONTROL DEL GAS**

##### **4.1. PREVIAS AL CIERRE**

Antes de comenzar el cierre, la persona a cargo de la operación deberá decidir si:

- 1) Todo el personal y el equipo está en las ubicaciones asignadas.
- 2) Todo está preparado en los lugares de trabajo.
- 3) Las condiciones en el sistema de gas son conducentes a un cierre satisfactorio.

##### **4.2. DURANTE EL CIERRE**

- a) Se deberán tomar precauciones para prevenir una ignición accidental del gas cuando se provoque la descarga, el venteo o se purguen las instalaciones. Se deberá tener en consideración:
  - 1) La proximidad con casas, fábricas o edificios.
  - 2) La proximidad con zonas de tránsito de peatones, automotores, trenes o aviones.
  - 3) La proximidad con líneas de transporte de energía eléctrica.
  - 4) Fuentes potenciales de ignición en la zona de venteo.
  - 5) Dirección y velocidad del viento.
  - 6) Restricción del acceso a la zona de venteo.
- b) Las presiones en el sistema deberán ser controladas continuamente. Deberán mantenerse entre los límites prescritos, durante el lapso que medie entre el cierre y venteo y la presurización para retornar a las condiciones de operación normales del sistema.
- c) Cuando la obturación sea necesaria o deseable, o cuando el cierre pueda causar un aumento de la presión, se deberá poner especial atención en evitar sobrepasar las presiones máximas admisibles de operación.
- d) Cuando el cierre origine la ineficiencia de los reguladores de presión o de los dispositivos de protección por sobrepresión, los procedimientos establecidos deberán, como mínimo, estipular que:
  - 1) Las operaciones sean llevadas a cabo por personal calificado, por entrenamiento y/o experiencia.
  - 2) El personal esté instruido en las características de funcionamiento de los componentes de las instalaciones involucradas.
  - 3) Las presiones en las instalaciones involucradas estén continuamente controladas mediante el empleo de manómetros, seleccionados luego de considerar los niveles de presión y el grado de control requeridos.
  - 4) Se hayan establecido las comunicaciones necesarias para asegurar la apropiada coordinación de los trabajos.

- 5) Las válvulas empleadas para la regulación manual de presiones estén constantemente atendidas.

## **5. ESTABLECIMIENTO DE CONDICIONES SEGURAS EN EL LUGAR DE TRABAJO**

### **5.1. PROCEDIMIENTOS NORMALIZADOS**

Deberán usarse procedimientos normalizados establecidos para las operaciones de corte y soldadura, para la ventilación de los escapes de gas y para mantener condiciones seguras durante la realización del trabajo.

### **5.2. INCREMENTO DE LA PRESION SOBRE OBTURADORES DE EXTREMOS**

Se deberá proporcionar un método seguro para prevenir el aumento de la presión sobre cierres de extremos temporarios o sin apuntalar. Los cierres que habrán de operar bajo presión deberán ser apuntalados o anclados.

### **5.3. PUESTA A TIERRA**

Deberán usarse cables de conexión, jabalinas o emparrillados para puesta a tierra, para minimizar los riesgos originados por corrientes eléctricas.

## **6. RETORNO AL SERVICIO DE LA SECCION CERRADA**

### **6.1. DECISION DEL SUPERVISOR**

La persona a cargo deberá determinar cuándo la instalación está lista para volver a reanudar el servicio.

### **6.2. PROCEDIMIENTOS NORMALIZADOS**

Deberán seguirse procedimientos normalizados establecidos, modificados o suplementados según sea conveniente, para purgar, presurizar y restituir la operación normal de todas las instalaciones.

Estos procedimientos deberán considerar la posibilidad de que existan riesgos desconocidos e incluir la evacuación del personal de las excavaciones hasta que se determine que todas las condiciones son seguras.

### **6.3. CAUDALES**

Los caudales deberán ser cuidadosamente controlados durante la presurización y las presiones deberán vigilarse hasta que se restablezca la operación normal.

### **6.4. RETORNO A LOS VALORES DE CALIBRACION NORMALES**

En las estaciones de limitación de presión, plantas de regulación de barrio, válvulas de alivio, automáticas y otros equipos de control deberán restituirse los valores de calibración normales.



## **APENDICE G-13 DEL MATERIAL DE GUIA**

(Véase el Material de Guía de las Secciones 183, 199, 203, 317, 321, 327, 355, 361 y 707).

### **CONSIDERACIONES PARA MINIMIZAR LOS DAÑOS PROVOCADOS POR FUERZAS EXTERNAS**

#### **1. INTRODUCCION**

Este Apéndice del Material de Guía está pensado como un auxiliar para la minimización de la posibilidad de daños a instalaciones de cañerías subterráneas de gas provocados por fuerzas externas.

#### **2. DISEÑO**

##### **2.1 Selección de ubicaciones para cañerías**

- a) Debe prestarse atención a la colocación de instalaciones en una servidumbre privada para dotar de un mejor control sobre futuras actividades de construcción.
- b) Cuando se efectúen instalaciones de distribución en nuevas áreas, conjuntamente con otras instalaciones, debe prestarse atención al plan a desarrollar, de manera de asignar un trazado propio a cada instalación.
- c) Las instalaciones en la calle deben situarse, donde sea posible, a una distancia constante de la línea municipal. Deben evitarse instalaciones en diagonal o instalaciones erráticas que "deambulen" por la calle o servidumbre. Cuando la configuración de las calles así lo permita, las instalaciones deben situarse en línea recta, con esquinas o esquineros en ángulo recto. Donde sea posible, los servicios deben correr en forma recta desde la cañería principal a la ubicación del medidor sobre línea municipal.
- d) Cuando sea económicamente factible, para evitar cruzar la calle debe analizarse la posibilidad de instalar cañerías principales a cada lado de la misma.
- e) Deben evitarse las instalaciones en áreas donde es probable que se instalen líneas de desagüe o bocas de tormenta.
- f) Debe estudiarse el posible uso futuro de la tierra al seleccionar la ruta para nuevos gasoductos.

##### **2.2 Tapada**

Los requisitos de tapada de la Sección 327 son los mínimos. Debe aplicarse tapada adicional cuando el potencial de daños provocados por fuerzas externas sea mayor al normal.

Debe analizarse lo siguiente:

- a) Terreno agrícola donde se utilicen equipos de arado profundo o roturadores superficiales.
- b) Terreno agrícola donde el nivel pueda modificarse para permitir la irrigación o el drenaje.
- c) Cruces de zanjas de drenaje (también pueden estudiarse alternativas tales como encamisado o losa protectora de acero o concreto).
- d) otros cruces de instalación. Deben colocarse las nuevas instalaciones de gas bajo las instalaciones existentes a menos que pueda aplicarse una tapada adecuada o se use encamisado o entibado, u otra protección.
- e) Trazado donde la erosión debida al viento, al agua o actividad vehicular pueda afectar el nivel (pueden utilizarse escolleras, pavimento o cualquier medio de protección en lugar de la tapada adicional).
- f) Trazados en calle donde las tareas en la futura calle sean una posibilidad.

### **3. SEÑALIZADORES**

Además de los señalizadores requeridos en la Sección 707, debe analizarse lo siguiente:

#### **3.1 GENERALIDADES**

Instalar señalizadores de línea cuando una línea principal o de transporte cruza o se halla en cercanías de un área donde, a juicio del operador, el potencial de futuras excavaciones o daño es probable. Entre los casos típicos se incluyen los siguientes:

- a) Zonas de drenaje (tales como cursos de agua proclives a inundaciones).
- b) Zanjales y canales de irrigación sujetos a excavaciones periódicas para su limpieza o profundización.
- c) Zanjales de drenaje sujetas a nivelación periódica, incluyendo las del costado de los caminos.
- d) Zonas agrícolas en las cuales se emplean roturadores y arado profundo.
- e) Zonas activas de perforación o mineras.
- f) Vías de agua o masas de agua sujetas a actividades de dragado o navegación de transporte.

#### **3.2 LINEAS DE TRANSMISION**

- a) Instalar señalizadores en líneas de cerco, lugares en ángulo, en otros lugares designados de la servidumbre donde la persona que ejecuta el control sobre el uso de la superficie del tramo permitirá tales instalaciones.
- b) Otros métodos que indiquen la presencia de la línea (tales como carteles y placas indicadores, señales u otros dispositivos instalados a cada lado de las veredas, calles, fachadas de edificios o cualquier otro lugar adecuado) donde el uso de señalizadores convencionales no sea factible.
- c) Señalizadores temporarios en zonas conocidas de actividades pesadas de construcción, (particularmente a los costados de autopistas, minas a cielo abierto y excavaciones mayores) mientras el período de construcción está en proceso.

#### **3.3 LINEAS DE DISTRIBUCION**

- a) Cuando los señalizadores no sean prácticos en redes de distribución, indicar la presencia de la línea donde haya problemas especiales. (Ver punto 3.2 b) para método alternativo de señalización).
- b) Señalizadores temporarios en zonas de actividad de construcción mientras el período de construcción está en proceso.

### **4. REGISTROS**

Debe registrarse la ubicación de las instalaciones en el plano en forma precisa.

### **5. OTROS**

Debe analizarse lo siguiente:

- a) Precauciones especiales para proteger líneas de control enterradas (Véase el material de guía en Sección 199).
- b) Instalar tomas de servicio de pequeños diámetros desde caños de mayor diámetro de manera que la parte superior de la te sea más baja que la de la cañería.
- c) El empleo de envoltura o revestimiento coloreados en la cañería para que el contenido de un caño sea completamente evidente. Este coloreado debe concordar con las normas pertinentes cuando sea apropiado.

- d) La necesidad de espacio adicional para evitar daños a la línea por calentamiento o una falla en la línea eléctrica, cuando se instale cañería plástica en una trinchera común con líneas eléctricas subterráneas.
- e) Cuando un estudio indique la probabilidad de excavación o nivelación futuras en una zona, el uso de una cinta de advertencia, cables de localización u otros medios adecuados de advertencia.
- f) Para instalaciones a nivel, el potencial de daño a causa de tránsito, el vandalismo u otras causas. Las zonas de revista incluyen la proximidad a calles y autopistas, el tipo de tránsito vehicular y los modelos de tránsito futuro existente o esperado. Cuando razonablemente puedan esperarse riesgos inusuales, deben tomarse las precauciones del caso para evitarlo (tales como defensas, cerraduras, barreras de protección o hasta un trazado subterráneo o alternativo).



## **APENDICE G-14 DEL MATERIAL DE GUIA**

(Ver Material de Guía de la Sección 615)

### **EJEMPLO DE PROCEDIMIENTO PARA PLANES DE EMERGENCIA**

Lo siguiente es un esbozo que se presenta como una guía para el desarrollo de planes de emergencia. El operador debería revisar las circunstancias particulares relativas a las operaciones verdaderas dentro del desarrollo de los planes de emergencia.

#### **1. PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA ESCRITOS**

- 1.1 Enunciado de la política
- 1.2 Asignación de responsabilidades.
- 1.3 Manejo y evaluación de las llamadas de emergencia.
- 1.4 Control de situaciones de emergencia.
- 1.5 Medios de comunicaciones de noticias.
- 1.6 Rehabilitación del servicio.
- 1.7 Informaciones y documentación.

#### **2. FAMILIARIZAR CON LOS PROCEDIMIENTOS APROPIADOS A EMPLEADOS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO**

- 2.1 Programa.
- 2.2 Actualización del programa.
- 2.3 Registro de programas.

#### **3. ESTABLECER COMUNICACIONES ADECUADAS CON LOS FUNCIONARIOS PUBLICOS** (incluyendo bomberos y policía), con respecto a los procedimientos.

#### **4. ESTABLECER UN PROGRAMA EDUCACIONAL ADECUADO** para que los clientes y público en general reconozcan e informen una emergencia de gas a los funcionarios responsables.

- 4.1 Generalidades.
- 4.2 Información general a ser comunicada.
- 4.3 Información particular a ser comunicada.
- 4.4 Programa de educación pública.



## APENDICE G-15 DEL MATERIAL DE GUIA

(Ver Material de Guía de la Sección 111)

### DISEÑO DE CRUCES DE AUTOPISTAS CON CAÑERÍA SIN CAÑOS CAMISA

#### 1. INTRODUCCION

Estas guías intentan proporcionar un método probado y aceptable para el diseño de cruces de caminos y autopistas por cañerías sin caño camisa. Este procedimiento utiliza los factores de diseño para cruces sin caño camisa especificados en la Sección 111 b) y c) junto con varios factores aplicables para la determinación de la carga externa sobre el caño resultante de las cargas dinámicas y estáticas. Los factores utilizados en la determinación del cálculo de la carga externa son variables y proveen al diseñador la posibilidad de considerar autopistas con distintos suelos y diferentes condiciones de carga.

El resultado final del procedimiento de cálculo es la determinación de la tensión circunferencial total impuesta sobre la cañería sin caño camisa por la presión de operación y la carga externa del suelo y el tránsito de la autopista. El cálculo de la tensión circunferencial total puede ser utilizado para confirmar que la cañería sin caño camisa no estará sujeta a niveles de tensión excesivos durante el servicio. La tensión combinada total calculada  $S_T$ , no deberá exceder el 100 por ciento de la T.F.M.E.

#### 2. CALCULOS PARA EL DISEÑO

$$S_T = S_I + S_E = \frac{P \cdot D}{2 \cdot t} = \frac{3 \cdot K_b - W \cdot E \cdot D \cdot t}{E \cdot t^3 + 3 \cdot K_z \cdot P \cdot D^3}$$

$$W = 83,3 \cdot C_d \cdot ? \cdot B_o^2 \cdot 10^{-3} + \frac{10,4 \cdot L \cdot D \cdot I}{r \cdot H^2 \cdot 10^3}$$

$S_T$  = tensión combinada total, p.s.i. ( ? 100 por ciento de la T.F.M.E.)

$S_I$  = tensión circunferencial debida a la presión interna, p.s.i. (se determina a partir de la fórmula de la Sección 105 utilizando los factores de diseño de reducción por temperatura y de junta, iguales a I).

$S_E$  = tensión circunferencial debida a la carga externa, p.s.i. (la determinación se basa sobre el procedimiento desarrollado por el Dr. M.G. Spangler, de la Universidad Estatal de IOWA).

$P$  = presión interna de la cañería, p.s.i. (no puede exceder la presión determinada en la Sección 105 utilizando los factores de diseño especificados en la Sección 111).

$D$  = diámetro externo del caño, pulgadas.

$t$  = espesor nominal de pared, pulgadas.

$K_b$  = parámetro por curvado (Ver Tabla 111 iv)

$W$  = carga externa total, libra/pulgada lineal de caño (incluye carga estática del suelo y carga dinámica vehicular).

$E$  = módulo de elasticidad del acero =  $30 \times 10^6$  p.s.i.

$K_z$  = parámetro por flecha (Ver Tabla 111 iv)

$C_d$  = coeficiente de carga (Ver Tabla 111 v).

$\gamma$  = peso unitario del suelo (si el peso unitario del suelo por debajo de la subrasante de la autopista no es conocido, deberá usarse 120 libras/pie cúbico).

$B_D$  = ancho de la zanja del caño o diámetro del túnel perforado, pies.

$L$  = carga por rueda, libras (deberá ser usada la máxima carga por rueda permitida por la autoridad gubernamental).

$I$  = factor de impacto (deberá usarse 1,5 para pavimento no rígido y 1 para pavimento rígido).

$H$  = tapada (altura de suelo sobre el caño), pies.

**PARAMETROS FLECHA Y MOMENTO FLEXOR PARA CAÑO CIRCULAR BAJO CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA EN LA PARTE SUPERIOR EN 180°, Y SUSTENTACION INFERIOR DISTRIBUIDA EN DISTINTOS ANCHOS\***

**TABLA 111 iv**

ANCHO DE SUSTENTACION BAJO CAÑOS (GRADOS)	CONDICIONES DEL CRUCE	PARAMETROS (GRADOS)	
		FLECHA $K_z$	MOMENTO $K_b$
0	Roca consolidada	0,110	0,294
30	Zanja abierta	0,108	0,235
60	----	0,103	0,189
90	Túnel	0,096	0,157
120	----	0,089	0,138
150	----	0,085	0,128
180	----	0,083	0,125

\* Los parámetros sugeridos para distintas condiciones de suelo son conservativos. Si el ancho de la sustentación bajo el caño es distinto de los anotados, puede usarse el parámetro apropiado. Si el lecho de la zanja o el túnel es una mezcla de suelo y roca, pero predominantemente roca, úsese los valores de los parámetros para roca consolidada.

**VALORES ADMISIBLES DE TRABAJO PARA EL COEFICIENTE  $C_d$   
PARA EL CALCULO DE CARGAS SOBRE CAÑOS DENTRO DE ZANJAS \***

**TABLA 111 v**

H/B	Mínimo posible, sin cohesión. Estos valores dan las cargas generalmente impuestas por material de relleno granular antes de apisonar o asentar.	Máximo, para arena común. Estos valores son seguros para todos los casos comunes de relleno de arena.	Suelo superior completamente saturado.	Máximo corriente para arcilla totalmente húmeda. Estos valores son seguros para todos los casos comunes de relleno con arcillas.	Máximo extremo para arcilla completamente saturada. Estos valores son solamente para condiciones extremadamente desfavorables.
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
0,5	0,455	0,461	0,464	0,469	0,474
1,0	0,830	0,852	0,864	0,881	0,898
1,5	1,140	1,183	1,208	1,242	1,278
2,0	1,395	1,464	1,504	1,560	1,618
2,5	1,606	1,702	1,764	1,838	1,923
3,0	1,780	1,904	1,978	2,083	2,196
3,5	1,923	2,075	2,167	2,298	2,441
4,0	2,041	2,221	2,329	2,487	2,660
4,5	2,136	2,344	2,469	2,650	2,856
5,0	2,219	2,448	2,590	2,798	3,032
5,5	2,286	2,537	2,693	2,926	3,190
6,0	2,340	2,612	2,782	3,038	3,331
6,5	2,386	2,675	2,859	3,137	3,458
7,0	2,423	2,729	2,925	3,223	3,571
7,5	2,454	2,775	2,982	3,299	3,673
8,0	2,479	2,814	3,031	3,366	3,764
8,5	2,500	2,847	3,073	3,424	3,845
9,0	2,518	2,875	3,109	3,476	3,918
9,5	2,532	2,898	3,141	3,521	3,983
10,0	2,543	2,918	3,167	3,560	4,042
11,0	2,561	2,950	3,210	3,626	4,141
12,0	2,573	2,972	3,242	3,676	4,221
13,0	2,581	2,989	3,266	3,715	4,285
14,0	2,587	3,000	3,283	3,745	4,336
15,0	2,591	3,009	3,296	3,768	4,378
mayores	2,599	3,030	3,333	3,846	4,545

\* A menos que el terreno bajo la subrasante de la autopista sea el material especificado en las columnas (1), (2), (3) ó (5). deberán ser usados los datos de la columna (4).

Reproducido de: Piping Handbook, IV Edición. J. H. Walker and Sabin Crocker, 1930. Mc Graw - Hill inc, New York, N. Y.



## **APENDICE G-16 DEL MATERIAL DE GUIA**

(Ver Material de Guía en la Sección 317)

### **GUIA PARA PREVENCIÓN DE DAÑOS EN INFRAESTRUCTURAS POR OPERACIONES DE VOLADURA**

#### **CONTENIDO**

##### **1. ALCANCE**

##### **2. PROCEDIMIENTOS PREVIOS A LAS OPERACIONES DE VOLADURA**

2.1 Planeamiento previo.

2.2 Encuentros previos a la voladura.

2.3 Tareas preliminares del operador.

##### **3. PROCEDIMIENTOS DURANTE LAS OPERACIONES DE VOLADURA**

3.1 Prevenciones para emergencias.

3.2 Relación con el responsable de la voladura.

3.3 Investigación de pérdidas durante las operaciones de voladura.

##### **4. PROCEDIMIENTOS PARA DESPUES DE LAS OPERACIONES DE VOLADURA**

4.1 Inspecciones e investigaciones por parte del operador.

4.2 Reacondicionamiento.

##### **1. ALCANCE**

Estas guías proveen criterios para planificar y adoptar precauciones cuando se hacen operaciones de voladura en la proximidad de cañería de gas y sus instalaciones.

Estas guías son generales y contienen algunos procedimientos recomendados. No está incluida información técnica específica sobre el efecto de cargas de voladura varias sobre las instalaciones de gas involucradas. Una referencia útil es la publicación del A.G.A. "Efecto sobre la cañería de detonaciones de explosivos enterrados".

##### **2. PROCEDIMIENTOS PREVIOS A LAS OPERACIONES DE VOLADURA**

###### **2.1 Planeamiento Previo**

a) El operador deberá identificar y conocer al personal de las oficinas oficiales dentro de su área que emiten los permisos de voladura y tienen jurisdicción sobre los voladores (responsables de la voladura) y sobre las operaciones de voladura.

b) Antes de que el proyecto esté listo, el operador deberá:

1) solicitar a los originadores del proyecto, planificadores y diseñadores, incluir las instalaciones de gas sobre el plano de proyecto;

2) informarlos de los peligros potenciales y riesgos en que podrían incurrir a través de las operaciones de voladura;

- 3) procurar resolver los conflictos entre el diseño propuesto y las instalaciones existentes; y
  - 4) proponer al proyectista responsable incluir en las especificaciones de proyecto, provisiones sobre el cumplimiento con las leyes, códigos, reglas y regulaciones de la autoridad que tenga jurisdicción.
- c) Deberán hacerse provisiones durante las operaciones de voladura para asegurar la protección temporaria y sustentar las instalaciones bajo tierra, tanto como sea necesario. 1
  - d) Deberán establecerse líneas de comunicación entre el operador y los representantes apropiados del proyecto.
  - e) El operador deberá revisar su plan de emergencia (ver Sección 615) para asegurarse de que éste controla adecuadamente cualquier emergencia que pudiera esperarse razonablemente que surja del proyecto.

## **2.2 Encuentros previos a la voladura.**

- a) El operador debería alentar reuniones previas a la voladura si tiene razón para creer que las voladuras serán realizadas.
- b) El operador debería concurrir a todas las reuniones previas a la voladura donde la misma podría afectar sus instalaciones.
- c) El operador debería confeccionar u obtener un registro adecuado de los ítem discutidos que afecten directamente la operación y la seguridad. de sus instalaciones.
- d) En lo concerniente a las reuniones del operador previas a la voladura, se incluirá lo siguiente:
  - 1) Una revisión exhaustiva de los planos y especificaciones.
  - 2) Cronograma y plazos de voladuras y construcción.
  - 3) Ver 2.1 d).
  - 4) Prepararse para tantas reuniones adicionales sobre el tema como sea necesario.
  - 5) El método y la manera por la cual el operador señala la ubicación de sus instalaciones.
  - 6) Control de las operaciones de voladura, incluyendo lo siguiente:
    - i) Responsabilidades.
    - ii) Inspecciones.
    - iii) Criterios de aprobación.
    - iv) Areas de voladura.
    - v) Clase de voladura.
    - vi) Tamaño y tipo de carga.
    - vii) Profundidad de la carga y distancia a la instalación de la cañería.
    - viii) Tomar cuenta del tiempo de atraso y la duración de las secuencias.
    - ix) Medio de detonación de la carga.
    - x) Configuración geométrica de la perforación del explosivo y secuencia de la detonación.

- xi) Materiales de protección a ser usados (tales como mantas y escudos).
  - xii) Condiciones del terreno.
  - xiii) Entorno geológico.
  - xiv) Necesidad de pruebas preliminares (tales como sismográficas).
  - xv) Profundidad de la cañería.
  - xvi) Diámetro del caño, espesor de pared, especificaciones y condiciones conocidas.
  - xvii) Si la cañería permanecerá en servicio durante la voladura, los niveles de tensión y presión de operación.
  - xviii) Si la cañería permanecerá en servicio durante la voladura.
7. Procedimientos de reacondicionamiento.
  8. Precauciones para minimizar los peligros potenciales durante la voladura y las operaciones de reacondicionamiento.

### **2.3 Tareas preliminares del operador**

Antes de las operaciones de voladura, el operador deberá hacer lo siguiente:

- a) Realizar una investigación de pérdidas de la cañería dentro del área (ver Material de Guía - Apéndice G-11 o G-11 A, según corresponda).
- b) Ubicar las instalaciones de gas.
- c) Realizar una revisión de campo de los trabajos de proyecto e instalaciones de gas existentes, con el personal a cargo de la operación de voladura, para determinar qué precauciones deberían ser tomadas para proteger las instalaciones. La revisión de campo debería incluir información importante de las instalaciones, tales como las siguientes:
  1. Tipo, condición y diámetro de las cañerías.
  2. Presión del sistema.
  3. Profundidad aproximada de las instalaciones.
  4. Distancia de las instalaciones a las estructuras sobre el terreno.
  5. Identificación de instalaciones críticas.

## **3. PROCEDIMIENTOS DURANTE LAS OPERACIONES DE VOLADURA**

### **3.1 Prevenciones para emergencias.**

El personal del operador en el sitio deberá tener:

- a) La capacidad de poner en práctica el plan de emergencia.
- b) Conocimiento de las instalaciones dentro del área y su ubicación.
- c) Medios de comunicación con otro personal del operador en el lugar de trabajo, si lo hay.

### **3.2 Relación con el responsable de la voladura.**

El operador designará representante, quien deberá mantener estrecho contacto con el responsable de la voladura durante las operaciones, por los propósitos siguientes:

- a) Asegurar la seguridad del personal involucrado perteneciente al operador, durante las operaciones de voladura.
- b) Informar al responsable de la voladura de cualquier problema que pueda desarrollarse afectando las instalaciones de gas.
- c) Coordinar cualquier movimiento del personal del operador dentro y fuera de la zona de voladura.
- d) Verificar cuándo las operaciones de voladura han sido completadas.

### **3.3 Investigación de pérdidas durante las operaciones de voladura.**

- a) Personal del operador deberá realizar una investigación de pérdidas al final de cada secuencia de voladura, a lo largo de una distancia considerada adecuada, para asegurarse de la integridad de las instalaciones.
- b) Sí se produjo un daño por la voladura, el personal del operador deberá tomar las acciones que correspondan, incluyendo la notificación al responsable de la voladura, e implementando el plan de emergencia si fuera necesario.
- c) Las investigaciones de pérdidas no deberán realizarse hasta que el responsable de la voladura determine que no hay ningún peligro para el personal en la zona de la voladura debido a ésta.

## **4. PROCEDIMIENTOS PARA DESPUES DE LAS OPERACIONES DE VOLADURA**

### **4.1 Inspecciones e investigaciones por parte del operador.**

Después de que las operaciones de voladura han sido completadas, el operador hará lo siguiente:

- a) Inmediatamente después de completarse las operaciones de voladura y de reacondicionarse toda el área a sus condiciones normales, debe realizar una investigación adecuada en busca de pérdidas.
- b) Inspeccionar y controlar todas las instalaciones y sus pertenencias para confirmar condiciones seguras.
- c) Archivar todos los registros de inspecciones e investigaciones.

### **4.2 Reacondicionamiento.**

- a) El relleno debe ser reacondicionado para proveer adecuada capacidad portante y cobertura.
- b) El operador deberá continuar su vigilancia por un período razonable de tiempo, tratando de descubrir asentamientos en rellenos de excavaciones y daños causados por otras actividades de construcción relacionadas.

## APENDICE G-17 DEL MATERIAL DE GUIA

(Ver Material de Guía en la Sección 13)

### REQUISITOS EXPLICITOS PARA INSPECCIONES, PRUEBAS, PROCEDIMIENTOS ESCRITOS, REGISTROS Y MEDIDAS SIMILARES

La tabla 13i es una lista que establece explícitamente los requisitos para inspecciones, pruebas, procedimientos escritos, registros y medidas similares por parte del operador y las acciones a desarrollar.

Esta tabla está pensada como una ayuda y no exime de responsabilidad al operador en lo concerniente a los requisitos completos de la Norma, si fuera requerido, demandado, prudente, o práctico.

**TABLA 13 i**

SECCION	MATERIA	ACCIONES A DESARROLLAR
13	Generalidades	Planes, programas, procedimientos, inspección, pruebas
14 a) c)	Conversión para servicio de gas	Procedimientos escritos, inspección, prueba, registro
55 c)	Caños de acero	Examen visual
153	Componentes fabricados por soldadura	Ensayo
177	Disposiciones adicionales para recipientes tipo botella	Ensayo
223	Soldadura, generalidades	Procedimientos escritos
225	Calificación de procedimientos de soldadura	Procedimientos, prueba
227	Calificación de soldadores	Prueba
229 c)	Limitaciones para los soldadores	Prueba
241	Inspección y prueba de soldaduras	Inspección, prueba
243	Ensayos no destructivos	Procedimientos escritos, ensayos, registros
245 b)	Reparación o remoción de defectos	Inspección
273	Uniones de materiales que no emplean soldadura	Procedimientos escritos, inspección
283	Tuberías plásticas: calificación de procedimientos de unión	Procedimientos escritos, prueba
285	Tuberías plásticas: calificación de personal que realiza uniones	Examen
303	Cumplimiento de las especificaciones o normas	Especificación escrita
305	Inspección; generalidades	Inspección
307	Inspección de materiales	Inspección visual
359 b)	Instalación de medidores para clientes	Prueba
453	Control de la corrosión; generalidades	Procedimientos
455 b)	Control de la corrosión externa	Ensayo (opcional)
457	Control de la corrosión externa	Prueba
459	Control de la corrosión externa	Examen
465	Control de la corrosión externa; monitoreo	Ensayo (control), inspección. reevaluación
467	Control de la corrosión externa; aislación eléctrica	Inspección y prueba

473	Corrientes de interferencia	Programa
475	Control de la corrosión interna; generalidades	Investigación, inspección
477	Control de la corrosión interna; monitoreo	Inspección (control)
479	Control de la corrosión atmosférica	Ensayo (opcional)
481	Control de la corrosión atmosférica, monitoreo	Reevaluar
491	Registros de control de corrosión	Registros (planos)
503	Requisitos de prueba; generalidades	Prueba
505	Prueba de resistencia; líneas al 30% o más de la TFME	Prueba
507	Requisitos de prueba; líneas de menos del 30% de la TFME	Procedimiento de prueba. Prueba de detección de fugas
509	Requisitos de prueba; líneas a 4 bar o menos	Prueba de detección de fugas
511	Requisitos de prueba; líneas de servicio	Prueba de detección de fugas, Prueba
513	Requisitos de prueba; tuberías plásticas	Prueba
517	Requisitos de prueba; registros	Registros
553	Incremento del rango de presión; requisitos generales	Registros, plan escrito, inspección para detección de fugas
555	Incremento del rango de presión; tensión circunferencial 30% o más de la TFME	Revisión. prueba (opcional)
603	Previsiones generales (operaciones)	Plan escrito, registros
605	Lo esencial en planes de operación y mantenimiento	Programa de inspecciones
609	Cambio en la clase de trazado; estudio requerido	Estudio
611	Cambio en la clase de trazado; confirmación o revisión	Prueba (opcional)
613	Vigilancia continua	Procedimientos
614	Prevención de daños	Programa escrito
615	Planes de emergencia	Procedimientos escritos, programa
617	Investigación de fallas	Procedimientos
625	Odorización	Muestreo
705	Líneas de transmisión; recorrido	Programa
706	Líneas de transmisión; inspección de fugas	Inspección para detección de fugas
709	Líneas de transmisión, archivo de información	Registros
719	Líneas de transmisión; prueba de reparaciones	Prueba
723	Sistema de distribución; inspección para detección de fugas	Inspección para detección de fugas
725	Rehabilitación de líneas de servicio	Prueba
729	Procedimientos para unidades compresoras de gas	Procedimientos
731	Estaciones compresoras; inspección y prueba, dispositivo de alivio	Inspección, prueba
733	Aislación del equipo de estaciones compresoras para mantenimiento	Procedimientos
737	Recipientes tipo caño y tipo botella	Plan, inspección, muestras, prueba
739	Estaciones limitadoras y reguladores de presión; inspección y prueba	Inspección, prueba
741	Telemetría o registradores de presión	Inspección
743	Ensayo de dispositivos de alivio	Prueba o cálculo
745	Mantenimiento de válvulas; transmisión	Inspección
747	Mantenimiento de válvulas; distribución	Control, mantenimiento
749	Mantenimiento de cámaras	Inspección

## **APENDICE G-18 DEL MATERIAL DE GUIA**

### **CAÑO DE FUNDICION DE HIERRO**

#### **1. PROPOSITO**

Este apéndice del material de guía ha sido desarrollado para mejorar y consolidar el material de guía sobre caños de fundición de hierro en un compendio de información útil, que puede utilizarse por los operadores para desarrollar procedimientos para la determinación de la capacidad de operabilidad de los tramos de fundición. Las cañerías de fundición de hierro han transportado y lo seguirán haciendo en forma segura durante muchos años. Se advierte al usuario la necesidad de cumplir con los requisitos de esta Norma y, asimismo, de que gran parte del material de guía de la Parte I, tiene aplicabilidad general y debe volver a verse al evaluar las cañerías de fundición de hierro.

Lo siguiente es un listado de algunas secciones de la norma específicamente relacionados con la fundición de hierro. Otras secciones de la norma que no están listadas, pueden pertenecerle indirectamente, tales como cuando la fundición de hierro es un tramo de cañería de un sistema o un componente de un accesorio.

#### **PARTE D - DISEÑO DE COMPONENTES DE CAÑERIAS**

Sección 151 - Derivaciones con perforación

#### **PARTE F - UNION DE MATERIALES POR METODOS QUE NO EMPLEEN SOLDADURA**

Sección 275 - Caños de fundición de hierro

#### **PARTE H - MEDIDORES, REGULADORES Y LINEAS DE SERVICIO, PARA CLIENTES**

Sección 369 - Líneas de servicio: Conexiones a cañería principal de fundición de hierro o hierro dúctil

Sección 373 - Líneas de servicio: de fundición de hierro y hierro dúctil.

#### **PARTE I - REQUISITOS PARA CONTROL DE LA CORROSION**

Sección 489 - Medidas correctivas. Cañerías de fundición de hierro y de hierro dúctil.

#### **PARTE K - INCREMENTO DE LA PRESION DE OPERACION**

Sección 557 - Incremento de la presión en cañerías de acero a una presión que producirá una tensión circunferencial menor que el 30 % de la TFME; cañerías de plástico, fundición de hierro y hierro dúctil.

#### **PARTE L - OPERACIONES.**

Sección 621 - Máxima presión admisible de operación: sistemas de distribución de alta presión.

Sección 623 - Presión máxima y mínima de operación: sistemas de distribución de baja presión.

#### **PARTE M - MANTENIMIENTO**

Sección 753 - Juntas de espiga y campana calafateadas.

Sección 755 - Protección de cañerías de fundición de hierro.

## **2. CONSIDERACIONES DE DISEÑO**

Una de las normas de diseño para cañerías de fundición de hierro es la ANSI/AWWA C 101-67 (norma retirada en 1982). Otra referencia para cañerías de fundición de hierro: ASTM A 377, fue retirada del Apéndice B, "Calificación de caño", mediante la enmienda 192-62 de 1989.

Las cañerías de hierro dúctil se fabrican de acuerdo con la ANSI A 21.52, tienen las mismas dimensiones que las cañerías de fundición de hierro y pueden considerarse para el reemplazo del caño de fundición de hierro. Sin embargo, la ANSI A 21.52 fue también retirada del Apéndice B mediante la enmienda 192-62 en 1989.

## **3. CONSIDERACIONES DE OPERACION Y DE MANTENIMIENTO**

Debe tenerse cuidado en minimizar la perturbación al caño de fundición de hierro. El socavamiento debe mantenerse a un mínimo y al producirse éste, los procedimientos de relleno deben asegurar un soporte adecuado. Otras consideraciones deben incluir la extensión y tipo del equipo empleado y la colocación de escombros sobre el caño de fundición de hierro. Cuando el caño de hierro fundido corre peligro en su integridad, el operador debe considerar la necesidad del reemplazo o protección.

## **4. CONSIDERACIONES DE REEMPLAZO**

El operador debe considerar el reemplazo de caños de fundición de hierro, basado en una revisión del mantenimiento, el historial de pérdidas y las circunstancias del momento.

### **4.1 Generalidades**

El operador deberá considerar los siguientes factores:

- a) El efecto de la construcción (tales como el remozamiento urbano), proyectos mayores de demolición, equipo pesado y voladuras.
- b) El efecto de la reconstrucción y pavimentado de calles y autopistas.
- c) la actividad de la construcción que pudiera tener un efecto perjudicial debido a vibración, asentamiento del terreno o agregado de carga superficial.
- d) Las cañerías que no se requirieran más para el mantenimiento de la integridad del sistema.
- e) La profundidad de la tapada, la carga del tránsito, ciclos de congelación y deshielo, las condiciones de pavimentación y factores ambientales que pueden ser dañinos (tales como terrenos pantanosos, relleno de escorias y suelo de pH alto).
- f) Corrosión activa debido a corrientes parásitas u otros factores.
- g) El diseño, las prácticas de instalación, las prácticas de operación y las condiciones de operación, incluyendo la presión operativa y la capacidad de una cañería de diámetro dado para resistir tensiones externas previstas. La cañería de pequeño diámetro es más susceptible a fallas por causa de su menor resistencia al trabajar como viga.
- h) La profundidad de las cañerías de fundición de hierro en relación con las napas y el potencial de migración de agua dentro del sistema.
- i) El año de fabricación, tipo de caño y el grado a que han quedado reducidas la resistencia y la expectativa de vida del caño a causa de la grafitización.

El caño de fundición de hierro ha sido fabricado a lo largo del tiempo utilizando diferentes procesos de fabricación y tolerancias distintas en el espesor de pared. Como resultado, el espesor de pared real para dos piezas de caño del mismo espesor de pared nominal, puede variar debido a los distintos procesos de fabricación y tolerancia. El caño de menor espesor real puede tener significativamente menor capacidad para resistir cargas externas.

## **4.2 Tramos de cañerías expuestas o tensionadas**

### a) Generalidades:

Cuando cualquier tramo de cañería de fundición de hierro queda a la vista, socavado o perturbado de otra forma a causa de una excavación, debe prestarse atención a su reemplazo por un tramo de acero, hierro dúctil o tubería plástica adecuadamente soportado. La capacidad de la cañería de fundición de hierro para resistir las cargas externas disminuye con cañería de menor diámetro.

### b) Excavaciones para cruces.

Para todo cruce de excavaciones donde es necesario el reemplazo del tramo de fundición, la longitud de reemplazo debe ser tal que todos los tramos de fundición sean retirados desde dentro del ángulo de talud para el suelo particular involucrado.

El caño de reemplazo debe centrarse como para extenderse una distancia aproximadamente igual a cada lado de la excavación.

### c) Excavaciones paralelas.

Debe prestarse atención a la necesidad de reemplazar un tramo de fundición si se efectúa una excavación paralela lo bastante próxima para dejar incluida más de la mitad del diámetro del caño dentro del ángulo de talud del suelo involucrado y la cañería no ha sido adecuadamente protegida por medio de apuntalamiento estructural (cobertura de protección) durante el período de construcción.

## **4.3 Grafitización**

### a) Generalidades

Un caño de fundición de hierro grafitizado es aquél en el cual el hierro ha sido convertido en productos de corrosión dejando grafito, con el caño aparentemente intacto. Esto se evidencia por el hecho de que el caño está blando y fácil de ser raspado con un cuchillo u otro tipo de hoja.

### b) Reparaciones

Donde la inspección indica que se ha producido grafitización localizada o generalizada hasta el punto de que se pueda producir una fractura o una pérdida, el operador debe determinar la extensión de la grafitización destapando cañería adicional. El caño puede repararse mediante grapas o manguitos, siempre que éstos cubran el área grafitizada y los extremos de la grapa o manguito estén sobre caño sano, no grafitizado.

### c) Reemplazo.

Donde no sea factible una reparación de caño grafitizado, debe reemplazarse el tramo de caño. También debe considerarse el reemplazo del tramo de fundición grafitizado cuando:

- 1) una inspección indica una condición blanda o grafitizada adyacente a un edificio, cloaca, agujero de hombre o ducto, o en un área sujeta a tránsito vehicular pesado;
- 2) se registra el caño grafitizado y rupturas a causa de la grafitización en un área concentrada o en un suelo inestable;
- 3) se encuentra grafitización en excavaciones.

## **5. PROTECCION DE CAÑERIAS DE FUNDICION**

### **5.1 Generalidades**

Observe la Sección 755 a), que establece: "... debe ser protegido, en la medida que sea necesario, contra daños durante la perturbación causada por:

1. vibraciones de equipo pesado de construcción, trenes, camiones, ómnibus o voladura;
2. fuerzas de impacto causadas por vehículos;
3. movimientos de tierra;
4. posibles excavaciones futuras cerca de la cañería; o
5. otras fuerzas externas previsibles que pueden someter a ese tramo a esfuerzos de flexión".

## **5.2 Otras condiciones donde puede hacer falta la protección**

Otras condiciones donde debe ponerse atención a la protección incluye las pérdidas de agua y las fallas en líneas cloacales, excavaciones para tareas de construcción, excavaciones para reparación o reemplazo de otras instalaciones subterráneas que pueden también remover o socavar el soporte o pudieran agregar carga a la cañería de fundición.

## **5.3 Condiciones donde la protección puede no ser necesaria**

Cuando se realizan trabajos de rutina bajo el control del operador (tales como la instalación de tomas y reparaciones de juntas), no serán normalmente necesarios soportes ni reubicaciones especiales, siempre que se usen procedimientos de relleno y de excavación adecuados.

## **5.4 Realineación**

No se recomienda la realineación de cañerías de fundición a causa de las propiedades mecánicas del caño de este material. Las tensiones desiguales pueden transformarse en una falla de rotura circunferencial.

## **5.5 Sustentación de caño de fundición**

- a) Donde pudiera perturbarse el caño de fundición debido a una excavación muy cercana y se determine que no es necesaria la reubicación, debe protegerse el caño mediante la utilización de material de entubado, anclaje o relleno adecuado.
- b) Material de relleno adecuado correctamente compactado debe suministrar una sustentación adecuada a la línea principal o al servicio y a las conexiones. Debe ponerse cuidado para minimizar tensiones de flexión durante el relleno.
- c) Las conexiones de las cañerías a la línea mayor o a los servicios deben ser sustentadas durante la perturbación y durante el relleno para que el asentamiento diferencial no se produzca, lo cual originaría una tensión de flexión sobre la cañería mayor o el servicio.

## **5.6 Inspecciones para detección de fugas y recorrido general**

- a) Recorridos ordinarios. Véase Material de Guía en las Secciones 721 y 723.
- b) Recorridos especiales
  - 1) Debe considerarse la realización de un recorrido a lo largo de un tramo de fundición durante la perturbación y después de ésta, para asegurar lo adecuado de los métodos de sustentación y la integridad del sistema (Véase Sección 711).
  - 2) Debe prestarse atención a la realización de inspecciones para detección de fugas antes de la perturbación, durante ésta y también después de ésta, particularmente durante condiciones invernales y de escarchas.
- c) Inspecciones para detección de fugas. Véase Apéndice G-11 de Material de Guía "Pautas para el control de fugas para gas natural (metano)".

**APENDICE G-M DEL MATERIAL DE GUIA**

**UNIDADES (METRICAS) DEL S.I.**

**TABLA G-M 1  
LISTADO DE UNIDADES DEL S.I. PARA USO CON ESTA NORMA**

MAGNITUD	UNIDAD	SIMBOLO	OTRA UNIDAD O LIMITACIONES
<b>ESPACIO Y TIEMPO</b>			
Angulo plano (ver Nota 1)	grado	°	radián
longitud	metro	m	
Area	metro cuadrado	m <sup>2</sup>	
Volumen	metro cúbico	m <sup>3</sup>	litro (l) para líquidos solamente (se usa sin prefijo)
Tiempo	segundo	s	minuto (min), hora (h), día (d), semana y año
<b>FENOMENOS PERIODICOS Y RELACIONADOS</b>			
Frecuencia	hertz	Hz	
Velocidad rotacional	rev. por s eg.	s <sup>-1</sup> (rps)	revoluciones por minuto (r.p.m.)
Fluencia	nvt		
Energía del neutrón	MeV	E <sub>n</sub>	
Sonido (nivel presión)	decibel	db	
<b>MECANICA</b>			
Masa	kilogramo	kg	
Densidad		kg/m <sup>3</sup>	
Momento de inercia		kg.m <sup>2</sup>	
Fuerza	newton	N	
Momento de fuerza (torque)	newton metro	N.m	
Presión y tensión	pascal	Pa	(pascal = newton por metro cuadrado: N/m <sup>2</sup> )
Energía, trabajo	joule	J	kilowattthora (kWh)
Potencia	watt	W	
Resistencia al impacto	joule	J	
Módulo de la sección	metro cúbico	m <sup>3</sup>	
Momento de la sección (momento orden segundo del área)		m <sup>4</sup>	
Resistencia a la fractura	Pa · m	K <sub>IC</sub>	
<b>CALOR</b>			
Temperatura termodinámica (ver Nota 2)	kelvin	K	grados celsius (°C)
Otras temperaturas (ver Nota 2)	grados ceisius	°C	keivin (K)
Coefficiente de expansión lineal		K <sup>-1</sup>	°C <sup>-1</sup>
Cantidad de calor	joule	J	
Caudal de flujo de calor	watt	W	
Conductividad térmica		W/(m.K)	W/(m.°C)
Difusión térmica		m <sup>2</sup> /s	
Capacidad de calor específico		J/(kg.K)	J(kg.°C)
<b>ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO</b>			
Corriente eléctrica	ampere	A	
Potencia eléctrica	volt	V	
Densidad de corriente		A/m <sup>2</sup>	
Energía eléctrica	watt	W	
Corriente de magnetización	ampere/metro	A/m	
<b>LUZ</b>			
Iluminación	lux	lx	
Longitud de onda	angström	Å	

Nota 1. Para ángulos planos, los submúltiplos del grado (sexagésimal) deben considerarse en su forma decimal.

Nota 2: Preferentemente se usa para la temperatura e intervalos de temperatura los grados ceisius (°C), excepto para termodinámica y trabajos criogénicos donde los kelvin son más convenientes. Para intervalos de temperatura, 1 K = 1 °C, exactamente.

**TABLA G-M 2  
FACTORES DE CONVERSION**

MAGNITUD	PARA CONVERSION		
	DE	A	MULTIPLICAR POR (ver Notas 1 y 2)
Angulo plano	grados	rd	1,745329 E - 02
Longitud	in	m	2,54 *
	ft	m	3,048 *
	yd	m	9,144 *
Area	in <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	6,4516 *
	ft <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	9,29034 *
	yd <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	8,361274
Volumen	in <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	1,638706
	ft <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	2,831685
	US galón	m <sup>3</sup>	3,785412
	galón imperial	m <sup>3</sup>	4,546090
	litro	m <sup>3</sup>	1,0 *
Masa	lb (Avoirdupois)	kg	4,535924
	ton (métrica)	kg	1,00 *
	ton (corta: 2000 lbm)	kg	9,071847
Fuerza	kgf	N	9,80665 *
	lbf	N	4,448222
Momento de fuerza (torque) doblado	kgf.m	N.m	9,80665 *
	lbf.in	N.m	1,129848
	lbf.ft	N.m	1,355818
Presiones; tensiones	kgf /m <sup>2</sup>	Pa	9,80665 *
	Lbf/ft <sup>2</sup>	Pa	4,788026
	Lbf/in <sup>2</sup> (p.s.i.)	Pa	6,894757
	Kips/in <sup>2</sup>	Pa	6,894757
	bar	Pa	1,00 *
Energía; trabajo	BTU (I.T.) (Nota 3)	J	1,055056
	ft.lbf	J	1,355818
Potencia	hp (550 ft.lbf/s)	W	7,456999
Temperatura	°C	K	t <sub>K</sub> = t <sub>C</sub> + 273,15
	°F	K	t <sub>K</sub> = (t <sub>F</sub> + 459,67)/1,8
	°F	°C	t <sub>C</sub> = (t <sub>F</sub> - 32)/1,8
Intervalo de temperatura	°C	K	1,00 *
	°F	K o °C	5,555555

Nota 1: Los factores están escritos en un número mayor que 1 y menor que 10 con 6 o menos decimales. El número es seguido por la letra E (indicativa de exponente), un signo positivo o negativo y dos dígitos que indican la potencia de 10 por la cual el número deberá ser multiplicado para obtener el valor correcto. Por ejemplo:

$$1,745329 \text{ E-02} = 1,745329 \times 10^{-2} = 0,01745329$$

Nota 2: Indica relación exacta en función de las unidades base.

Nota 3: I.T.: Tabla Internacional.