




ESCUELA DE  
**INGENIERIA**  
*Civil*

Universidad  
Industrial de  
Santander





**APOYO EN LA APLICACIÓN Y MANEJO DEL SISTEMA DE  
GESTIÓN DE CALIDAD EN OBRA A TRAVÉS DE LA  
ASISTENCIA TÉCNICA Y ADMINISTRATIVA DE LOS  
PROCESOS EJECUTADOS EN PROYECTOS DE LA  
URBANIZADORA DAVID PUYANA S.A.**

**YONIER HUMBERTO CELY SEPÚLVEDA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**BUCARAMANGA**

**2009**

**APOYO EN LA APLICACIÓN Y MANEJO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE  
CALIDAD EN OBRA A TRAVÉS DE LA ASISTENCIA TÉCNICA Y  
ADMINISTRATIVA DE LOS PROCESOS EJECUTADOS EN PROYECTOS DE  
LA URBANIZADORA DAVID PUYANA S.A.**

**YONIER HUMBERTO CELY SEPÚLVEDA**

**Trabajo de grado en modalidad de práctica empresarial  
Para optar al título de Ingeniero Civil**

**DIRECTOR:**

**ING. JORGE HERNANDO GÓMEZ GÓMEZ M.Sc.**

**TUTOR:**

**ING. JULIÁN MORA CHÁVEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA**

**2009**

*El logro de un sueño solo se hace merecedor cuando realmente  
puedes apreciar a sus verdaderos autores...*

*Díos... Por ser la fuente vital en el transcurso de mi día a día.*

*Mis madres Sara y Mercedes... La esencia de mi existencia... La  
representación terrenal de un amor sin medida.*

*Mi hermana Johana... El umbral de alegría... El motivo fuerte  
por el cual luchar las batallas de mi vida.*

*Felipe... El eje sobre el cual siempre rotará aquello capaz de  
denominar "amistad".*

YONIER CELY

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios quiero agradecer por brindarme fortaleza y persistencia en el logro satisfactorio de mis objetivos de vida.

A mi hermosa familia por su confianza, apoyo y amor incondicional en cada momento de mi existencia, conduciéndome a alcanzar hoy, a la persona que orgullosamente soy.

Gracias a Urbanas S.A., en forma específica a los ingenieros Julián Mora Chávez y Mario Cárdenas Angelone, por permitirme ser parte de esta gran compañía constructora, a través del desarrollo de la práctica empresarial en el Proyecto Sotomayor Conjunto Residencial.

Al profesor Jorge Hernando Gómez Gómez, por ser el ente guía frente a este proyecto de grado, y en general, frente a tantas circunstancias académicas y profesionales de mi vida.

A la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, principalmente a cada uno de los docentes de mi carrera, por compartir conmigo sus valiosos conocimientos y encaminarme por el rumbo profesional integral, en este mundo de la Ingeniería Civil.

A todos mis grandes amigos por su presencia constante para recorrer a mi lado tantos instantes de felicidad y dificultad.

A todos,

**INFINITAS GRACIAS.**

## CONTENIDO

	<b>Pag.</b>
INTRODUCCIÓN .....	1
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO DE GRADO .....	2
1.1. JUSTIFICACIÓN .....	2
1.2. OBJETIVO GENERAL .....	3
1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
1.4. METODOLOGÍA DE LA PRÁCTICA .....	4
1.5. CRONOGRAMA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS .....	5
2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....	6
2.1. RESEÑA HISTÓRICA .....	6
2.2. PILARES DE LA ORGANIZACIÓN .....	7
2.3. ACTIVIDAD EMPRESARIAL .....	8
2.4. MISIÓN .....	9
2.5. VISIÓN .....	9
2.6. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL .....	10
2.7. SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD .....	11
2.7.1. Política de calidad .....	11
2.7.2. Objetivos de calidad .....	11
2.7.3. Alcance del sistema de gestión de calidad .....	11
2.7.4. Revisiones al sistema de gestión de calidad .....	12
2.7.5. Estructura documental .....	12
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL .....	13
3.1. GENERALIDADES DEL PROYECTO .....	13
3.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....	14
3.3. CARGOS ADMINISTRATIVOS DEL PROYECTO .....	15
4. FUNCIONES DESEMPEÑADAS DURANTE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL .....	16

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

4.1. PLAN DE CALIDAD DE OBRA SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL	18
4.2. GENERALIDADES DEL PROYECTO SEGÚN PLAN CALIDAD .....	19
4.3. REGISTROS DE CALIBRACIÓN.....	23
4.3.1. Listado de verificación de flexómetros .....	23
4.3.2. Control aparatos de topografía y mira.....	24
4.3.3. Registro de calibración de densimetría.....	24
4.4. CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETOS .....	25
4.4.1. Instructivo control de concretos .....	26
4.4.2. Instructivo para elaboración y curado de cilindros de concreto.....	26
4.4.3. Recepción y verificación de especificaciones técnicas de concretos.....	26
4.4.4. Registro de concretos .....	27
4.4.5. Programación de toma de muestras y ensayos de concreto .....	28
4.4.6. Recepción y verificación de resultados de laboratorio .....	29
4.5. CONTROL DE CALIDAD EN ACEROS.....	29
4.5.1. Recepción y verificación de especificaciones técnicas de aceros .....	30
4.5.2. Programación de toma de muestras y ensayos de aceros .....	30
4.5.3. Recepción y verificación de resultados de laboratorio .....	30
4.5.4. Informe de resistencia a la tracción del acero.....	31
4.6. CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS Y MATERIALES.....	31
4.6.1. Certificados de calibración internos. (URBANAS S.A.).....	31
4.6.2. Certificados de calibración externos. (Proveedores).....	32
4.7. DOCUMENTOS LEGALES.....	35
4.8. ANEXOS PLAN CALIDAD DE SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL	35
4.9. CUMPLIMIENTO AL PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD .....	35
4.10. MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	36
4.11. SEGURIDAD INDUSTRIAL .....	38
4.11.1. Política de salud ocupacional de URBANAS S.A.....	39
4.11.2. Control de asistencia de personal.....	39

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

4.11.3. Entrega de elementos de protección personal.....	40
4.11.4. Control de asistencia a programas de formación continua .....	40
4.11.5. Seguridad social .....	41
4.12. CONTROL DE EJECUCIÓN DE OBRA.....	41
4.12.1. Control y ejecución de obra (actividades preliminares).....	42
4.12.2. Control y ejecución de obra (construcción y urbanismo).....	42
4.13. PROCESO DE MEDICIÓN Y MEJORA.....	43
4.13.1. Control del producto no conforme.....	43
4.13.2. Control de las acciones correctivas y preventivas .....	44
5. APORTE DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL .....	45
MANUAL CONSTRUCTIVO SISTEMA DE LOSA DE ENTREPISO EN LÁMINA COLABORANTE STEEL DECK.....	48
5.1. GENERALIDADES DEL SISTEMA DE LOSA EN “STEEL DECK”.....	48
5.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA “STEEL DECK” .....	50
5.2.1. Características de la lámina en acero Metaldeck.....	51
5.2.2. Espesor de diseño .....	53
5.2.3. Espesor mínimo entregado .....	53
5.2.4. Tolerancias de fabricación de lámina en acero.....	55
5.2.5. Funciones de la lámina en acero .....	55
5.2.6. Concreto .....	56
5.2.7. Refuerzo por retracción y temperatura .....	57
5.2.8. Refuerzo negativo en la losa.....	59
5.2.9. Espesor de losa y recubrimiento mínimo .....	61
5.2.10. Fijación lateral.....	61
5.3. ASPECTOS DE DISEÑO.....	62
5.3.1. Diseño de la lámina en acero steel deck como formaleta.....	62
5.3.2. Lámina en acero y concreto como sección compuesta .....	68
5.3.3. Funcionamiento como diafragma.....	72
5.3.4. Consideraciones adicionales .....	73

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

5.4. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS .....	78
5.4.1. Manejo e instalación de la lámina en acero steel deck .....	78
5.4.2. Anclaje de láminas en acero steel deck .....	94
5.4.3. Láminas dañadas y perforaciones .....	100
5.4.4. Instalación de redes eléctricas, hidráulicas, sanitarias y de gas .....	104
5.4.5. Instalación de refuerzo por retracción de fraguado y temperatura .....	105
5.4.6. Instalación de refuerzo negativo en losas “steel deck” .....	105
5.4.7. Manejo y colocación del concreto .....	105
5.5. PERFILES ESTRUCTURALES .....	109
5.5.1. Generalidades del material .....	110
5.5.2. Tipos de perfil estructural .....	111
5.5.3. Características de fabricación .....	112
5.5.4. Análisis estructural y diseño .....	113
5.5.5. Tipos de conexión .....	116
5.5.6. Aspectos constructivos .....	120
5.6. PARÁMETROS DE CALIDAD .....	126
5.6.1. Certificados de calidad .....	127
5.6.2. Formato de calidad .....	131
5.7. REGISTRO FOTOGRÁFICO .....	137
6. CONCLUSIONES .....	144
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	147
8. ANEXOS .....	150

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pag.</b>
Figura 1. Estructura organizacional de Urbanas S.A. ....	10
Figura 2. Fachada principal y logo del proyecto Sotomayor Conjunto Residencial	13
Figura 3. Ubicación geográfica del proyecto Sotomayor Conjunto Residencial (vista aérea) .....	14
Figura 4. Esquema transversal general del sistema metaldeck .....	50
Figura 5. Curva esfuerzo-deformación típica del acero .....	51
Figura 6. Geometría metaldeck 2” .....	54
Figura 7. Geometría metaldeck 3” .....	54
Figura 8. Nomenclatura básica para la sección transversal de la losa .....	58
Figura 9. Tipos de distanciadores e instalación de malla por retracción y temperatura de losa .....	58
Figura 10. Ubicación de malla por retracción, tubería, guarderas y distanciadores .....	58
Figura 11. Ubicación de malla y refuerzo negativo para el control de fisuras en la losa .....	60
Figura 12. Detalle del refuerzo negativo para luces de láminas entre apoyos .....	60
Figura 13. Esquema general de distribución del refuerzo negativo en voladizos .....	60
Figura 14. Detalle del refuerzo negativo en voladizos .....	61
Figura 15. Detalle de traslapo. Fijación lateral .....	62
Figura 16. Esquema típico de apoyos temporales .....	67
Figura 17. Esquema típico de apoyo de las láminas de Steel Deck sobre la viga .....	68
Figura 18. Esquema típico de apoyo de fundición monolítica .....	68
Figura 19. Sistema Steel Deck en voladizo .....	76
Figura 20. Estructura de parqueo .....	76
Figura 21. Esquema de los paquetes de entrega .....	79
Figura 22. Esquema de transporte de los paquetes de láminas de acero .....	80

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Figura 23. Esquema de descarga de los paquetes de láminas usando montacargas .....	80
Figura 24. Esquema de descarga de los paquetes de láminas en forma manual..	80
Figura 25. Esquema de almacenamiento de los paquetes de láminas. (sitio cubierto) .....	81
Figura 26. Esquema de pendiente para el material almacenado .....	82
Figura 27. Manejo e Izaje de los paquetes de láminas de acero .....	83
Figura 28. Dirección de instalación de láminas de acero. Plataforma de geometría regular .....	86
Figura 29. Dirección de instalación de láminas de acero. Plataforma de geometría irregular .....	87
Figura 30. Corte de láminas en obra .....	87
Figura 31. Posición de instalación de las láminas de acero .....	88
Figura 32. Apuntalamiento temporal .....	88
Figura 33. Tapas de cierre .....	88
Figura 34. Plataforma de trabajo .....	89
Figura 35. Conector de la varilla .....	90
Figura #.36. Instalación de lámina de acero sobre viga de concreto mediante conectores .....	90
Figura 37. Instalación de láminas según altura de viga y recubrimiento mínimo para apoyo .....	91
Figura 38. Sección transversal de instalación de láminas de acero sobre vigas de concreto .....	91
Figura 39. Sección transversal de fundición monolítica de vigas y losa de entepiso .....	92
Figura 40. Recubrimiento mínimo para apoyo de láminas de acero sobre vigas metálicas .....	93
Figura 41. Apoyo de lámina con brecha en los bordes .....	95
Figura 42. Detalle de soldadura de pernos .....	98
Figura 43. Soldaduras en los traslapos de borde .....	99
Figura 44. Soldaduras en los traslapos de borde en apoyos .....	99

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Figura 45. Platina de refuerzo para reparación de lámina .....	101
Figura 46. Voladizos máximos en tableros de entrepiso.....	102
Figura 47. Instalación de perfiles metálicos para reforzar láminas por efecto de perforación .....	103
Figura 48. Instalación de redes embebidas en losa de entrepiso .....	104
Figura 49. Instalación de ductos pasantes en losa de entrepiso.....	105
Figura 50. Fundición de losa de entrepiso en sistema Steel Deck.....	108
Figura 51. Formas de colocación de concreto sobre sistema Steel Deck.....	108
Figura 52. Esquema general de losa terminada en sistema Steel Deck.....	109
Figura 53. Formas de perfil más usuales en el mercado .....	111
Figura 54. Perfil abierto.....	112
Figura 55. Perfil zeta .....	112
Figura 56. Perfil cajón .....	112
Figura 57. Perfil I.....	112
Figura 58. Arandela típica para soldar .....	117
Figura 59. Soldadura de punto con arco, utilizando arandela .....	117
Figura 60. Soldaduras de punto con arco .....	117
Figura 61. Lámina a miembro portante en posición plana .....	118
Figura 62. Distancia al borde para cordones de soldadura de arco.....	118
Figura 63. Junta de traslapo .....	118
Figura 64. Soldaduras de filete .....	118
Figura 65. Soldadura acanalada abocinada .....	119
Figura 66. Acanalada abocinada en V .....	119
Figura 67. Garganta.....	119
Figura 68. Esquema de aplicación de puntos de soldadura para la conformación de perfiles .....	120
Figura 69. Esquema de sección compuesta en sistema Steel Deck y viguetas de acero.....	121
Figura 70. Nomenclatura básica para la sección transversal de la losa .....	121

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Figura 71. Detalle de anclaje para fijación de perfil metálico en miembro de concreto reforzado .....	123
Figura 72. Esquema general de unión de vigueta de acero (perfil) con viga de concreto .....	123
Figura 73. Detalle de anclaje de perfil de acero a viga de concreto reforzado ....	124
Figura 74. Esquema general de unión de vigueta (perfil) con viga de alma llena	124
Figura 75. Detalle de anclaje de perfil de acero a viga de alma llena .....	124
Figura 76. Conectores de cortante tipo canal y tipo estribo .....	125
Figura 77. Tipos de conectores de cortante usuales en el mercado.....	125
Figura 78. Sistema de transporte e inventario de pedido. Certificados de calidad .....	137
Figura 79. Sistema de transporte e inventario de pedido. Certificados de calidad .....	137
Figura 80. Verificación de medidas y especificaciones.....	137
Figura 81. Verificación de medidas y especificaciones.....	137
Figura 82. Tapa de cierre y bastones de anclaje .....	137
Figura 83. Descarga sobre bases de madera .....	137
Figura 84. Almacenamiento con inclinación sobre bases de madera .....	138
Figura 85. Almacenamiento con inclinación sobre bases de madera .....	138
Figura 86. Instalación del sistema de soporte de vigas y losa de entrepiso .....	138
Figura 87. Verificación de medidas del sistema de soporte.....	138
Figura 88. Entablero para conformación de vigas y losa de entrepiso.....	138
Figura 89. Armado y encofrado de vigas para el sistema de entrepiso .....	138
Figura 90. Instalación de viguetas (perfiles) en sistema de entrepiso Steel Deck	139
Figura 91. Unión viga en concreto con vigueta en acero .....	139
Figura 92. Detalle de unión del refuerzo de viga en concreto con bastones de vigueta en acero (no existe amarre entre ellos) .....	139
Figura 93. Unión entre viguetas (perfiles) en acero, en sistema de entrepiso Steel Deck.....	139
Figura 94. Unión de viguetas en acero por conexión tipo soldadura .....	139

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Figura 95. Eliminación de residuos en conexión soldada de viguetas en acero ..	139
Figura 96. Detalle de acabado en unión de viguetas por conexión tipo soldadura .....	140
Figura 97. Esquema general de estructura de vigas y viguetas de entrepiso en Steel Deck .....	140
Figura 98. Fundición monolítica de vigas y de uniones viga - vigueta, en entrepiso .....	140
Figura 99. Vibrado en fundición de vigas y viguetas, del sistema Steel Deck .....	140
Figura 100. Desencofrado de vigas. Esquema de uniones tras endurecer las vigas .....	140
Figura 101. Instalación de láminas en acero con nervios perpendiculares al sentido de viguetas .....	140
Figura 102. Corte de láminas de acero en obra.....	141
Figura 103. Instalación de láminas en acero con nervios perpendiculares al sentido de viguetas .....	141
Figura 104. Instalación de láminas en acero para conformaron de la plataforma en Steel Deck .....	141
Figura 105. Instalación de conectores de losa mediante soldadura .....	141
Figura 106. Detalle de instalación de malla por retracción y temperatura. Amarre de conectores y distanciadores a malla .....	141
Figura 107. Detalle de instalación de red eléctrica sobre plataforma del sistema de losa en Steel Deck.....	141
Figura 108. Instalación refuerzo negativo para losa de parqueadero en sistema Steel Deck, Refuerzo en dirección de viguetas por diseño.....	142
Figura 109. Detalle de ubicación de láminas de acero de losa respecto a otros elementos estructurales (vigas, muros, etc.) .....	142
Figura 110. Proceso general de instalación de los diferentes elementos embebidos en la losa .....	142
Figura 111. Apuntalamiento de losa en puntos específicos de viguetas.....	142
Figura 112. Esquema de conformación interna de losa en Steel Deck, para funcionamiento como parqueadero, caja de perforación de losa.....	142
Figura 113. Fundición de losa de entrepiso en sistema Steel Deck.....	142

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Figura 114. Acabado de losa en Steel Deck para parqueadero usando llana metálica y helicóptero, respectivamente .....	143
Figura 115. Funcionamiento de placa sin apuntalamiento, tras alcanzar resistencia. Sistema compuesto de lámina colaborante .....	143
Figura 116. Puesta en servicio de la losa en Steel Deck, tras alcanzar su resistencia, función de sistema compuesto de lámina colaborante .....	143
Figura 117. Instalación de tubería descolgada en la parte inferior de losa en Steel Deck.....	143
Figura 118. Detalle de instalación de tubería descolgada en la parte inferior de losa en Steel Deck.....	143
Figura 119. Losa de entepiso en sistema Steel Deck respondiendo satisfactoriamente ante la sollicitación de carga.....	143
Figura 120. Listado maestro de planos del proyecto Sotomayor Conjunto Residencial, 16/12/2008 .....	156
Figura 121. Verificación teodolito: Cierre de poligonal.....	161
Figura 122. Verificación teodolito: Cierre de poligonal.....	161
Figura 123. Verificación teodolito: Cierre de poligonal.....	161
Figura 124. Ajuste del teodolito: Centralización del equipo .....	161
Figura 125. Ajuste del teodolito: Nivelación del equipo.....	162
Figura 126. Ajuste del teodolito: Centralización equipo por segunda vez.....	162
Figura 127. Ajuste del teodolito: Centralización equipo por segunda vez.....	162
Figura 128. Ajuste del nivel de precisión .....	163
Figura 129. Verificación de la mira: Uso de regla patrón. ....	164
Figura 130. Verificación de la mira: Uso de regla patrón. ....	164
Figura 131. Ajuste de la mira: Verticalidad. ....	164
Figura 132. Recibo de concreto.....	176
Figura 133. Certificado de calibración de regla patrón.....	188
Figura 134. Certificado de calibración de máquina a compresión.....	190
Figura 135. Certificado de calibración de máquina a compresión.....	191
Figura 136. Demarcación e identificación de barras de acero estructural .....	192

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Figura 137. Certificado de calidad de acero estructural.....	193
Figura 138. Evolución de concretos de 3000 psi del proyecto Sotomayor Conjunto Residencial .....	195
Figura 139. Evolución de concretos de 4000 psi del proyecto Sotomayor Conjunto Residencial .....	196
Figura 140. Proceso de acción correctiva en el proyecto Sotomayor Conjunto Residencial .....	216
Figura 141. Proceso de acción preventiva en el proyecto Sotomayor Conjunto Residencial .....	218
Figura 142. Desmantelamiento estructura .....	219
Figura 143. Proceso de excavación.....	219
Figura 144. Demolición de estructura existente .....	219
Figura 145. Instalación de valla de aprobación legal del proyecto.....	219
Figura 146. Actividades preliminares, topografía, señalización peatonal e higiene .....	219
Figura 147. Instalación de señales de tránsito para ejecución del proyecto .....	219
Figura 148. Vista aérea, Agosto 2008. Terreno a nivel de descapote. Campamento de obra.....	220
Figura 149. Excavación preliminar para comprobación del estudio de suelos.....	220
Figura 150. Localización topográfica de proyecto.....	220
Figura 151. Instalación de lona para control de material particulado durante excavación.....	220
Figura 152. Control de volquetas en obra. Limpieza de vías por movimiento de tierras.....	220
Figura 153. Protección de taludes y rampa, señalización en obra.....	220
Figura 154. Excavación manual para conformación de estructura de cimentación de la edificación .....	221
Figura 155. Vista aérea, Septiembre 2008. Colocación de solado de cimentación .....	221
Figura 156. Recepción de pedido de acero con respectiva verificación de especificaciones.....	221

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Figura 157. Armado de refuerzo de estructura de cimentación .....	221
Figura 158. Fundición estructura de cimentación .....	221
Figura 159. Fundición de columna.....	221
Figura 160. Fundición de muro de contención .....	222
Figura 161. Resane y aplicación de capas de impermeabilización en muros de contención .....	222
Figura 162. Proceso de relleno y estado general de obra, Septiembre 2008 .....	222
Figura 163. Fundición de cimentación de foso de ascensor .....	222
Figura 164. Fundición estructura de cimentación .....	223
Figura 165. Encofrado de foso de ascensor .....	223
Figura 166. Vista aérea de obra, Octubre 2008. Colocación de solado con autobomba .....	223
Figura 167. Entablarado para conformación de vigas y losa de entrepiso.....	223
Figura 168. Proceso de relleno, Octubre 2008 .....	223
Figura 169. Estado general de obra, Octubre 2008.....	223
Figura 170. Vista aérea de obra, Octubre 2008 .....	224
Figura 171. Estado general obra, Octubre 2008.....	224
Figura 172. Armado y encofrado de vigas de losa de entrepiso .....	224
Figura 173. Fundición de zapata. Escalera de acceso al nivel inferior del proyecto .....	224
Figura 174. Aplomado columna (parte inferior).....	224
Figura 175. Aplomado columna (parte superior).....	224
Figura 176. Instalación viguetas en acero para conformación de losa de entrepiso Steel Deck .....	225
Figura 177. Armado de rampa para el acceso entre niveles adyacentes .....	225
Figura 178. Verificación de unión viga en concreto - vigueta en acero.....	225
Figura 179. Fundición monolítica de vigas y de uniones viga - vigueta .....	225
Figura 180. Instalación de lámina en acero para conformación de entrepiso en Steel Deck .....	225
Figura 181. Funcionamiento losa de entrepiso en Steel Deck, tras ser fundida ..	225

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Figura 182. Fundición de losa de entrepiso en sistema Steel Deck, usando autobomba.....	226
Figura 183. Nivelación del concreto de la losa de entrepiso en sistema Steel Deck .....	226
Figura 184. Acabado placa Steel Deck usando llana y helicóptero, caja de perforación de losa .....	226
Figura 185. Puesta en servicio de rampa de acceso en entrepisos.....	226
Figura 186. Resane y aplicación de capas de impermeabilización en muros de contención .....	226
Figura 187. Proceso relleno, Noviembre 2008. Instalación de láminas y viguetas en acero.....	226
Figura 188. Armado de refuerzo de vigas para placa de entrepiso en sistema tradicional .....	227
Figura 189. Estado general de obra, Diciembre 2008.....	227
Figura 190. Conformación de losa de entrepiso en sistema tradicional, placa aligerada con casetón de madera.....	227
Figura 191. Proceso de relleno, Diciembre 2008.....	227
Figura 192. Armado de refuerzo de zapata .....	227
Figura 193. Excavación manual. Conformación de sistema de alcantarillado interno de obra.....	227
Figura 194. Instalación de malla electrosoldada y de redes, en placa de sistema tradicional .....	228
Figura 195. Inducción al nuevo auxiliar de calidad de obra .....	228
Figura 196. Vista aérea y estado general de obra, Diciembre 2008 .....	228
Figura 197. Proyecto Sotomayor Conjunto Residencial, Diciembre 23 de 2008..	228
Figura 198. Acta de vecindad, estado de predio vecino .....	229
Figura 199. Acta de vecindad, estado de predio vecino .....	229
Figura 200. Instalación de malla para control de sólidos en alcantarillado público .....	229
Figura 201. Solicitud de tala de árboles por pésimo estado .....	229
Figura 202. Limpieza de vía por contaminación en proceso de excavación .....	229

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Figura 203. Limpieza de volquetas en movimiento de tierras .....	229
Figura 204. Limpieza de predios vecinos. Señalización vial del proyecto.....	230
Figura 205. Instalación de baño portátil para personal de obra .....	230
Figura 206. Charla de seguridad industrial a personal de obra .....	230
Figura 207. Manejo de productos químicos, uso de implementos de seguridad apropiados .....	230
Figura 208. Instalación de paso peatonal provisional por descarga de material..	230
Figura 209. Demarcación de la ruta de evacuación de obra.....	230
Figura 210. Manejo y disposición de combustibles en obra.....	231
Figura 211. Uso de dispositivos y elementos de seguridad requeridos en trincheras .....	231
Figura 212. Demarcación de zonas críticas de peligro en obra .....	231
Figura 213. Señalización vial durante proceso de fundición de elementos estructurales .....	231
Figura 214. Vibrado de columna. Utilización de los elementos de seguridad indicados.....	231
Figura 215. Corte de materiales con herramientas apropiados .....	231
Figura 216. Proceso de compactación de relleno con el uso de rana.....	232
Figura 217. Proceso de compactación de relleno con el uso de saltarín .....	232
Figura 218. Instalación de la base del densímetro eléctrico sobre el suelo .....	232
Figura 219. Instalación de conexión base - densímetro eléctrico .....	232
Figura 220. Funcionamiento del densímetro eléctrico. Procesamiento de información .....	232
Figura 221. Lectura de resultados de compactación del relleno en la zona cubierta .....	232
Figura 222. Mezcla de concreto en mixer y toma de muestra .....	233
Figura 223. Mezcla manual de muestra de concreto. Equipo de ensayo de asentamiento .....	233
Figura 224. Colocación de capa de concreto en cono de abrams .....	233
Figura 225. Vibrado de capa de concreto con varilla compactadora .....	233

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Figura 226. Enrase del volumen total de concreto depositado en el cono.....	233
Figura 227. Retiro de residuos de concreto de la base del equipo de asentamiento .....	233
Figura 228. Posición correcta y tiempo de espera para retiro del cono de abrams .....	234
Figura 229. Retiro del cono de abrams de forma vertical ascendente .....	234
Figura 230. Colocación horizontal de varilla sobre posición invertida del cono ...	234
Figura 231. Lectura de asentamiento del concreto en cuartos de pulgada.....	234
Figura 232. Elaboración de probetas de concreto usando camisas cilíndricas metálicas.....	234
Figura 233. Desencofrado de especímenes de concreto.....	234
Figura 234. Traslado de muestras de concreto a pila de curado .....	235
Figura 235. Curado de muestras de concreto.....	235
Figura 236. Traslado de muestras de concreto a laboratorio para ensayo a compresión, se utiliza aserrín como amortiguador.....	235
Figura 237. Traslado de muestras de concreto a laboratorio para ensayo a compresión, se utiliza cama de madera como amortiguador .....	235
Figura 238. Verificación visual de estado de flexómetros en obra .....	235

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pag.</b>
Tabla 1. Cronograma de actividades desarrolladas durante la práctica empresarial .....	5
Tabla 2. Organización administrativa del Proyecto Sotomayor Conjunto Residencial .....	15
Tabla 3. Propiedades de lámina galvanizada en fabricación del producto metaldeck .....	51
Tabla 4. Calibres y espesores equivalentes según el SDI (Steel Deck Institute) ...	54
Tabla 5. Ficha técnica de especificaciones del producto lámina metaldeck 2" .....	54
Tabla 6. Ficha técnica de especificaciones del producto lámina metaldeck 3" .....	55
Tabla 7. Tolerancias de lámina de acero metaldeck según Steel Deck Institute Design Manual .....	55
Tabla 8. Espesores totales mínimos de la losa en sistema compuesto .....	61
Tabla 9. Deflexiones máximas calculadas permisibles .....	71
Tabla 10. Área de concreto disponible para cortante en el producto metaldeck....	74
Tabla 11. Espesores de concreto sobre la cresta para duración ante el fuego .....	78
Tabla 12. Espesores y calibres de perfiles en acero estructural .....	113
Tabla 13. Coeficientes de resistencia .....	114
Tabla 14. Tamaños máximos de huecos para pernos .....	119
Tabla 15. Normas técnicas nacionales e internacionales que aplican a productos galvanizados .....	128
Tabla 16. Certificado de calidad de láminas en acero "Steel Deck" .....	129
Tabla 17. Certificado de calidad de perfiles estructurales en acero .....	130
Tabla 18. Formato control de ejecución y recibo de obra. Losa entrepiso en sistema Steel Deck. Páginas 1 y 2.....	133
Tabla 19. Formato control de ejecución y recibo de obra. Losa entrepiso en sistema Steel Deck. Página 3 .....	134

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Tabla 20. Formato control de ejecución y recibo de obra. Losa entrepiso en sistema Steel Deck. Página 4 .....	135
Tabla 21. Formato control de ejecución y recibo de obra. Losa entrepiso en sistema Steel Deck. Página 5 .....	136
Tabla 22. Fragmento del plan de actualizaciones del la obra .....	151
Tabla 23. Fragmento del anexo 1 del plan de calidad de la obra .....	152
Tabla 24. Fragmento del anexo 2 del plan de calidad de la obra .....	153
Tabla 25. Fragmento de formato control de entrega de planos en obra .....	156
Tabla 26. Fragmento de formato listado de verificación de flexómetros .....	157
Tabla 27. Fragmento del formato registro de calibración de densimetría .....	165
Tabla 28. Formato envío muestras de suelo a ensayo .....	166
Tabla 29. Resultado de laboratorio. Ensayo de compactación .....	167
Tabla 30. Fragmento del formato registro control diario de concretos .....	180
Tabla 31. Fragmento del formato registro control diario de concretos .....	181
Tabla 32. Fragmento del formato ensayo de concreto.....	182
Tabla 33. Formato envío de elementos de concreto a ensayo .....	183
Tabla 34. Resultado de laboratorio. Informe de ensayo a compresión en elementos de concreto .....	184
Tabla 35. Resistencias mínimas de concreto adoptadas en obra Sotomayor Conjunto Residencial .....	185
Tabla 36. Formato envío de elementos de acero a ensayo .....	185
Tabla 37. Resultado de laboratorio. Reporte de ensayo a tracción en elementos de acero .....	186
Tabla 38. Informe de resistencia a la tracción de acero.....	187
Tabla 39. Resultado de laboratorio. Resistencias a la compresión de concretos de la obra .....	188
Tabla 40. Certificado de calidad de arena gruesa.....	189
Tabla 41. Formato de resistencias a la compresión de concretos de la obra .....	196
Tabla 42. Formato control de calidad del proyecto Sotomayor Conjunto Residencial .....	197

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Tabla 43. Formato control de asistencia de personal de la obra .....	200
Tabla 44. Fragmento del formato entrega de elementos de protección personal	201
Tabla 45. Fragmento del formato control de asistencia a programas de formación continua .....	202
Tabla 46. Matriz de aportes y parafiscales de seguridad social de la obra .....	203
Tabla 47. Porcentajes obligatorios de seguridad social por parte de la empresa URBANAS S.A.....	205
Tabla 48. Formato interno de obra. Control de ejecución de obra (actividades preliminares) .....	207
Tabla 49. Formato interno de obra. Control de horas extras de mano de obra ...	208
Tabla 50. Formato control de ejecución y recibo de obra .....	209
Tabla 51. Formato producto no conforme en obra.....	212

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pag.</b>
Anexo 1. Guía “Organización de archivos en obras” de URBANAS S.A .....	150
Anexo 2. Plan de actualizaciones .....	151
Anexo 3. Anexo de actividades de construcción.....	152
Anexo 4. Anexo control de calidad en obra .....	153
Anexo 5. Especificaciones del proyecto Sotomayor Conjunto Residencial.....	154
Anexo 6. Listado maestro de planos.....	156
Anexo 7. Control de entrega de planos al personal de obra .....	156
Anexo 8. Listado de verificación de flexómetros .....	157
Anexo 9. Instructivo para verificación y ajuste de instrumentos de topografía.....	158
Anexo 10. Verificación y ajuste de instrumentos de topografía .....	160
Anexo 11. Registro de calibración de densimetría.....	165
Anexo 12. Envío muestras de suelo a ensayo .....	166
Anexo 13. Ensayo de compactación.....	167
Anexo 14. Instructivo control de concretos .....	168
Anexo 15. Instructivo para elaboración y curado de cilindros de concreto .....	171
Anexo 16. Recepción y verificación de especificaciones técnicas de concretos .	176
Anexo 17. Registro control diario de concretos.....	179
Anexo 18. Ensayo de concreto .....	182
Anexo 19. Envío de elementos de concreto a ensayo .....	183
Anexo 20. Informe de ensayo a compresión en elementos de concreto.....	184
Anexo 21. Resistencias mínimas de concretos adoptadas por el proyecto Sotomayor Conjunto Residencial.....	185
Anexo 22. Envío de elementos de acero a ensayo.....	185
Anexo 23. Resultados de laboratorio de ensayos a tracción en aceros.....	186
Anexo 24. Informe de resistencia a la tracción del acero.....	187
Anexo 25. Certificado de calibración de la regla patrón.....	188

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Anexo 26. Resistencias a la compresión desarrolladas en los concretos del proyecto Sotomayor Conjunto Residencial .....	188
Anexo 27. Características físicas de la arena gruesa .....	189
Anexo 28. Certificado de calibración de máquina a compresión.....	190
Anexo 29. Identificación visual de aceros .....	192
Anexo 30. Certificado de calidad de acero .....	193
Anexo 31. Informe de cumplimiento al programa de control de calidad.....	194
Anexo 32. Política de salud ocupacional de URBANAS S.A .....	198
Anexo 33. Control de asistencia de personal.....	200
Anexo 34. Entrega de elementos de protección personal.....	201
Anexo 35. Control de asistencia a programas de formación continua .....	202
Anexo 36. Matriz de aportes y parafiscales de seguridad social .....	203
Anexo 37. Control de ejecución de obra (actividades preliminares) .....	207
Anexo 38. Control de horas extras de mano de obra.....	208
Anexo 39. Control de ejecución y recibo de obra.....	209
Anexo 40. Instructivo procedimiento control del producto no conforme.....	210
Anexo 41. Formato producto no conforme en obra (PNC).....	212
Anexo 42. Procedimiento de acciones correctivas y preventivas.....	213
Anexo 43. Acción correctiva.....	215
Anexo 44. Acción preventiva .....	217
Anexo 45. Registro fotográfico del proyecto .....	219

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

## GLOSARIO

**ACCIDENTE:** Evento no deseado, incluidos los descuidos y las fallas de equipos, que da por resultado la muerte, una lesión personal, un daño a la propiedad o deterioro ambiental.

**ACERO:** Es una aleación de base hierro, que contiene manganeso, carbono y silicio como elementos básicos. Dependiendo de su uso, se agregan otros elementos de aleación tales como níquel, cromo, molibdeno, cobalto, vanadio y titanio, cada uno de los cuales le imparte propiedades específicas al material.

**ACCIÓN CORRECTIVA (AC):** Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación indeseable.

**ACCIÓN PREVENTIVA (AP):** Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad potencial u otra situación potencialmente indeseable.

**ADITIVO:** Sustancia química que se le agrega al concreto u hormigón para cambiar sus propiedades.

**AGREGADO:** Material granular, tal como la arena, grava, piedra molida, hormigón de cemento hidráulico molido o escoria de alto horno molida, empleado junto con un medio de cemento hidráulico para elaborar hormigón o mortero.

**APUNTALAMIENTO:** Puntales o postes de madera o de otros materiales comprimidos que se usan para soportar temporalmente las excavaciones, encofrados o estructuras inseguras. Proceso de colocar puntales.

**ARMADURA:** Barras, alambres, cables u otros miembros esbeltos que se empotran en el hormigón de manera tal que estos elementos y el hormigón actúen conjuntamente para resistir los esfuerzos.

**ARRIOSTRAMIENTO:** Conjunto de elementos estructurales a manera de amarres transversales usados para aumentar la rigidez de la estructura y su capacidad de resistir cargas laterales.

**ASENTAMIENTO:** Medida de la consistencia de un hormigón, mortero o revoque fresco, igual al asentamiento de una probeta inmediatamente después de retirar el cono de abrams. Se mide al 1/4 pulgada (6 mm) más cercano.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

**BOMBA DE HORMIGÓN:** Aparato que conduce al hormigón al sitio donde debe ser finalmente colado, a través de una tubería o manguera.

**CALIDAD:** Conjunto de características propias de un producto o servicio que le confieren la aptitud para satisfacer las necesidades y expectativas del cliente. Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos previamente establecidos.

**COLUMNA:** Miembro estructural que se usa principalmente para soportar cargas de compresión axial.

**COMPACTACIÓN:** Densificación de un relleno por medios mecánicos.

**CONO DE ABRAMS:** Es un molde fabricado en material metálico inatacable por el concreto, no debe presentar protuberancias o remaches en el interior, su forma interior es un tronco de cono de: 20  $\pm$  0.2 cm de diámetro interior en la base mayor y 10  $\pm$  0.2 cm de diámetro interior en la base menor, y 30  $\pm$  0.2 cm de altura.

**CONTAMINACIÓN:** Liberación artificial de sustancias o energía hacia el entorno y que puede causar efectos adversos al ser humano, a otros organismos vivos, a equipos o al medio ambiente.

**CONTROL DE CALIDAD:** Actividades desarrolladas como base de la gestión del proyecto para garantizar el cumplimiento de los requisitos o especificaciones del producto.

**ENCOFRADO:** Estructura o molde temporal que se usa para contener el hormigón mientras éste fragua y adquiere resistencia suficiente para sostenerse a sí mismo.

**ENSAYO:** Prueba, exámen, observación o evaluación que se usa para medir una característica física o química de un material, o una característica física de una estructura o elemento estructural.

**FRAGUADO:** Condición alcanzada por una pasta de cemento, mortero u hormigón que ha perdido plasticidad hasta un nivel arbitrario, generalmente medido en términos de la resistencia a la penetración o deformación.

**FUNDACIÓN:** Elementos estructurales a través de los cuales se transmite al suelo la carga de una estructura.

**HORMIGÓN O CONCRETO:** Mezcla de cemento, arena, triturado y agua.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

**HORMIGÓN ARMADO O CONCRETO REFORZADO:** Hormigón que contiene armadura adecuada (pretensada o no pretensada) y diseñado con base en la hipótesis que ambos materiales actúan en conjunto para resistir las fuerzas.

**IMPACTO AMBIENTAL:** Acción o actividad que produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio ambiente o en alguno de los componentes del mismo.

**LLANA:** Herramienta generalmente de madera, aluminio o magnesio que se usa en las operaciones de acabado para impartirle a las superficies de hormigón fresco una textura lisa pero relativamente abierta.

**LOSA:** Estructura moldeada de hormigón simple o armado, plana y horizontal, o casi horizontal, generalmente de espesor uniforme, que separa un nivel de la edificación de otro, y que puede servir de cubierta. Puede ir apoyada sobre el terreno mismo o soportada por vigas, columnas, muros u otros elementos.

**MALLA:** Serie de alambres o barras de acero dispuestos ortogonalmente entre sí, soldados o amarrados en todos los puntos de intersección.

**MATERIAL:** Cualquier sustancia, insumo, parte o repuesto que se transforma con su primer uso o se incorpora a un bien como parte de él.

**MEZCLADORA ABIERTA (MIXER):** Mezcladora montada sobre un camión. Consiste en una batea o compartimiento de mezclado cilíndrico dentro del cual hay paletas que rotan alrededor del eje horizontal del mismo, efectuando un mezclado homogéneo y constante del concreto durante su desplazamiento de la fábrica a la obra.

**MUESTRA:** Grupo de unidades o porción de material que se toma respectivamente de un conjunto mayor de unidades o de una cantidad mayor de material. Sirve para obtener información que se puede utilizar como base para definir acciones a seguir en relación con el mayor conjunto o cantidad, o sobre el proceso de producción.

**NO CONFORMIDAD:** Incumplimiento de un procedimiento o requisito.

**NORMA TÉCNICA COLOMBIANA ISO 9001:2000:** Establece los requisitos mínimos que debe cumplir un Sistema de Gestión de la Calidad. Puede utilizarse para su aplicación interna, para certificación o para fines contractuales.

**PROCESO:** Conjunto de actividades coordinadas y controladas, que se llevan a cabo con el fin de lograr un objetivo.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

**RECUBRIMIENTO:** En el hormigón armado, menor distancia entre la superficie de una armadura y la superficie exterior del hormigón.

**REGISTRO:** Documento que evidencia la realización de los controles de calidad definidos para cada una de las actividades de desarrollo de un proyecto y los resultados obtenidos durante la ejecución de la actividad.

**RELLENO:** Proceso de instalación y conformación de un depósito o terraplén de tierra, grava u otro material, el cual debe cumplir con ciertas condiciones mínimas de compactación.

**RESISTENCIA:** Término genérico que designa la capacidad de un material de resistir la deformación o rotura inducida por fuerzas externas.

**RIESGO:** Condición ambiental o humana cuya presencia o modificación puede producir un accidente o una enfermedad ocupacional. Posibilidad de consecuencias nocivas o perjudiciales vinculadas a exposiciones reales o potenciales.

**SEÑALIZACIÓN:** Conjunto de actuaciones y medios dispuestos para reflejar las advertencias de seguridad en una instalación.

**SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD:** Esquema que comprende una serie de actividades coordinadas, y que se hallan encaminadas a dirigir y controlar las políticas y objetivos de una organización en lo relativo a la calidad.

**TALUD:** Superficie de tierra bajo cierta pendiente de inclinación, localizada entre el pie y la cabeza de escarpa, con cambios de altura significativos.

**VIBRADO:** Agitación energética del hormigón fresco durante su colocación por medio de dispositivos mecánicos, ya sea de accionamiento neumático o eléctrico, que crean impulsos vibratorios de frecuencia moderadamente elevada para contribuir a la compactación del hormigón en su molde o encofrado.

**VIGA:** Miembro estructural sometido a carga axial y flexión, pero fundamentalmente a flexión.

**VIGUETA:** Viga relativamente angosta que se usa en disposiciones con poca separación para soportar losas de entrepiso o cubierta; las cuales no requieren armadura a excepción de la necesaria para las tensiones provocadas por los cambios de temperatura y la retracción.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

## RESUMEN

**TÍTULO:** APOYO EN LA APLICACIÓN Y MANEJO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD EN OBRA A TRAVÉS DE LA ASISTENCIA TÉCNICA Y ADMINISTRATIVA DE LOS PROCESOS EJECUTADOS EN PROYECTOS DE LA URBANIZADORA DAVID PUYANA S.A.

**AUTOR:** YONIER HUMBERTO CELY SEPÚLVEDA\*\*

**PALABRAS CLAVES:** Gestión de Calidad, Sistema Constructivo Steel Deck, Losa.

### DESCRIPCIÓN:

El presente trabajo de grado ha sido estructurado en ocho partes fundamentales que lo identifican y definen por completo según su clasificación en modalidad de práctica empresarial. El informe comienza precisando los parámetros bajo los cuales se conceptualizó el esquema del proyecto de grado, continuando con una descripción de las generalidades tanto de la compañía como del proyecto constructivo sobre los cuales se desarrolló la práctica empresarial. La caracterización de las diferentes actividades ejecutadas en el Proyecto Sotomayor Conjunto Residencial de la constructora URBANAS S.A., durante el tiempo de práctica como Auxiliar de Calidad en Obra y frente a otros cargos administrativos igualmente requeridos por el proyecto mismo, es consignada en la cuarta división de este documento.

Con el propósito de brindar una herramienta eficiente y promover el enriquecimiento del entorno profesional de la Ingeniería Civil, se establece a manera de aporte, en la quinta división del informe, la elaboración de un manual técnico que permite soportar en obra, el proceso constructivo de losa de entepiso bajo el sistema de lámina colaborante Steel Deck. Finalmente, se incluyen las conclusiones, las referencias bibliográficas y los anexos respectivos, junto con un amplio registro fotográfico como sustento del proceso de la pasantía.

Dada la connotación del material aquí presentado, se espera que su contenido permita familiarizar al lector con los conceptos referentes a gestión de calidad en obra y sistema constructivo Steel Deck como una alternativa en la conformación de losas de entepiso en sistemas estructurales de diferente tipo.

---

\* Proyecto de grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\*\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Jorge Gómez.

## ABSTRACT

**TITLE:** SUPPORT TO THE APPLICATION AND SUPERVISION OF THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM OF THE CONSTRUCTION SITE THROUGH TECHNICAL AND ADMINISTRATIVE ASSISTANCE IN PROCESSES IMPLEMENTED IN THE PROJECTS OF URBANIZADORA DAVID PUYANA S.A.\*

**AUTHOR:** YONIER HUMBERTO CELY SEPÚLVEDA\*\*

**KEYWORDS:** Quality Management, Constructive System Steel Deck, Slab.

### DESCRIPTION:

The present degree project has been structured in eight fundamental parts which thoroughly identify and determine the so-called project according to its classification in business practice modality. The report starts specifying the parameters which helped conceptualize the degree project scheme, and then it describes an overview of both the company and the constructive project which led the development of the business practice. The characterization of the different activities implemented in the Proyecto Sotomayor Conjunto Residencial of the construction company URBANAS S.A., during the practice term as Quality Assistant in Construction Site, as well as other administrative positions required in the same project, are provided in the fourth section of this document.

In order to provide an efficient tool and to encourage the improvement of the professional environment in Civil Engineering, as a way of contribution, in the fifth section of this report, it is stated the elaboration of a technical handbook aiming at supporting in the construction site, the constructive process of floor slab under the system of composite plate Steel Deck. Finally, it includes the conclusions, bibliography and specific attachments, along with a wide photographic record as way of support to the internship process.

Due to the connotation of the material herein, it is expected that its content allows familiarize the reader with the concepts referring to quality management in construction site and constructive system Steel Deck as a way of alternative in the conformation of floor slabs in different kinds of structural systems.

---

\* Degree Project. Business Practice Modality.

\*\* Faculty of Physical Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Jorge Gómez.

## INTRODUCCIÓN

Un proyecto de grado tiene como finalidad primordial aplicar de manera acertada a una situación de carácter ya profesional, el conocimiento global que ha sido asimilado durante el transcurso de un proceso académico de nivel superior, con el único objetivo de confrontar y enriquecer las habilidades, destrezas y herramientas que se hacen necesarias a la hora de enfrentar exitosamente el diario vivir del ejercicio profesional.

Orientado por este propósito, el presente proyecto de grado se enfoca en acentuar los conceptos propios del entorno profesional de la Ingeniería Civil al fusionar las bases teóricas aportadas por el claustro universitario con el medio empírico que identifica a una práctica empresarial.

De acuerdo a las características inherentes a un trabajo de grado enmarcado en la modalidad de práctica empresarial, es preciso resaltar que éste consiste en establecer la descripción de las actividades ejecutadas propiamente por el estudiante de pregrado durante su desempeño como funcionario de una organización, junto con la elaboración de un esquema técnico que brinde en forma satisfactoria, un sistema de apoyo encaminado a optimizar con altos índices de calidad y productividad, la complejidad de un proceso de gran relevancia dentro de un proyecto en particular.

Es claro que nada de lo anteriormente descrito tendría validez si no se estuviese contemplando inmerso en este concepto, el crecimiento que a nivel personal demarca a todo profesional que propenda por un constante desarrollo integral.

A lo largo de la lectura, estudio y análisis del presente trabajo de grado se podrán identificar fácilmente los parámetros antes descritos, como los factores claves que lo componen y lo caracterizan.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

## 1. GENERALIDADES DEL PROYECTO DE GRADO

### 1.1. JUSTIFICACIÓN

Los pilares fundamentales sobre los que se encuentra edificada la empresa URBANAS S.A., junto con sus conceptos de misión, visión y estructura de calidad, le han permitido evolucionar en el tiempo para alcanzar el nivel de reconocimiento del que goza hoy en día dentro de las empresas constructoras más prestigiosas del país, e incluso aún, fuera de Colombia como consecuencia de su proyección internacional.

URBANAS S.A. se caracteriza por ofrecer proyectos exclusivos, únicos e innovadores acordes a las nuevas tendencias de mercado, a partir de las necesidades propias del entorno en el que se desarrolla, destacándose por impulsar los conceptos de ingeniería, arquitectura, urbanismo y sociedad.

Es por esto que URBANAS S.A. ha implementado en todos sus proyectos constructivos un Sistema de Gestión de Calidad orientado a la medición, seguimiento, análisis y mejora continua de los procesos y productos que ella genera, con el ideal de mantener e incrementar la idoneidad y eficacia en el cumplimiento de sus objetivos de empresa.

Al ser ésta una empresa certificada en el Sistema de Gestión de Calidad regido por la Norma Técnica Colombiana NTC ISO 9001:2000, requiere por tanto de una supervisión constante que garantice el cumplimiento de las altas especificaciones técnico-administrativas y de calidad contemplados por las políticas particulares de la organización frente a cualquier proyecto que decida ejecutar.

Con el fin de cumplir con el objetivo anteriormente expuesto, URBANAS S.A. promueve a manera de práctica empresarial, a un estudiante del último semestre del programa académico de pregrado en Ingeniería Civil para que sea él quien vele fielmente en el proyecto por tal propósito, a través del cargo administrativo de Auxiliar de Calidad en Obra; cargo que a su vez beneficia al estudiante con un crecimiento idóneo en el campo profesional debido a las funciones que le son propias a su supervisión en un proyecto en construcción de esta índole.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

## 1.2. OBJETIVO GENERAL

Coordinar la documentación y las actividades correspondientes al Sistema de Gestión de Calidad (SGC) en el proyecto Sotomayor Conjunto Residencial, de acuerdo a las políticas de calidad propias de la empresa URBANAS S.A. en cuanto a la ejecución de sus obras de construcción y urbanismo, a través de un medio empírico que proporcione a su vez un esquema más tangible del campo aplicado de la ingeniería civil, acompañado del crecimiento personal inherente a todo profesional.

## 1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer, entender y manejar adecuadamente el concepto de Sistema de Gestión de Calidad de una empresa, que para el caso en cuestión, corresponde al de la constructora URBANAS S.A.
- Promover ante los diferentes entes y actores implicados, la importancia que hoy día posee el Sistema de Gestión de Calidad en una empresa como mecanismo de garantía de su crecimiento, competitividad y reconocimiento dentro del mercado en el que ésta se desenvuelve.
- Participar y difundir en la obra Sotomayor Conjunto Residencial la misión, la visión y las políticas y objetivos de calidad propios de la empresa, así como los criterios del Sistema de Gestión de Calidad que le conciernen directamente al proyecto por sus características particulares de desarrollo.
- Incentivar el espíritu investigativo, crítico y empírico al establecer a manera de aporte para la empresa URBANAS S.A. un procedimiento técnico general en el que se enuncien las pautas principales a la hora de ejecutar un proceso constructivo específico aplicable a sus esquemas ingenieriles y de mercado.
- Desarrollar un nivel de habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Civil superior al adquirido hasta el momento con las herramientas académicas aportadas por la Universidad Industrial de Santander, acompañado de un crecimiento personal inherente al perfil de todo profesional.
- Apoyar el Plan de Calidad de la obra Sotomayor Conjunto Residencial a través del constante seguimiento, ejecución y control de los diferentes parámetros contemplados en él.
- Acatar y ejecutar de manera competente, las funciones y responsabilidades específicas del cargo administrativo de Auxiliar de Calidad en Obra, establecido previamente por la empresa URBANAS S.A. como soporte y garantía de la calidad de sus proyectos.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

#### 1.4. METODOLOGÍA DE LA PRÁCTICA

La práctica empresarial se desarrolló aplicando una metodología en la cual el practicante, quien estuvo bajo el cargo de Auxiliar de Calidad en Obra, se concentró en verificar, aplicar, controlar, y/o actualizar periódicamente los diferentes parámetros contemplados en el Plan de Calidad de la obra en ejecución, entendidos estos como todas aquellas actividades, formatos y documentos que se desencadenaron directamente de él y que garantizaron ante URBANAS S.A. el cumplimiento certero de sus políticas y objetivos de calidad, junto con sus conceptos de misión y visión de empresa.

En el mencionado Plan de Calidad se establecieron los controles específicos de calidad a ejecutar para cada una de las actividades a seguir en obra según las propias características de ésta.

A continuación se nombran a manera general las actividades de construcción y urbanismo que se controlaron en esta obra de estructura habitacional desarrollada por URBANAS S.A.:

- Localización Topográfica
- Actividades Preliminares
- Adecuación de Terrenos y Movimiento de Tierras (Excavaciones y Rellenos)
- Cimentación
- Muros de Contención
- Estructura de Columnas y Pantallas (Foso de Ascensor)
- Estructura de Ascensor
- Estructura de Vigas
- Estructura de Placas
- Estructura de Escaleras
- Instalaciones Eléctricas
- Alcantarillado
- Acueducto
- Impermeabilización de Muros de Contención
- Tanques Subterráneo

Cabe resaltar que las actividades antes mencionadas fueron ejecutadas en el proyecto de acuerdo a la necesidad, conveniencia y el avance propios de la obra en la que se desarrolló la práctica empresarial.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

**1.5. CRONOGRAMA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS**

Tabla 1. Cronograma de Actividades desarrolladas durante la Práctica Empresarial.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ( 2008 )																													
ACTIVIDADES	MES	JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
	SEMANA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Documentación sobre el Plan Calidad de URBANAS S.A.																													
Establecimiento de Documentación de Obra																													
Seguimiento de Actividades Preliminares de Obra																													
Seguimiento a Plan Calidad de Obra																													
Seguimiento a Localización Topográfica																													
Demolición de Estructura Existente																													
Seguimiento a Movimiento de Tierras (Excavación y Relleno)																													
Seguimiento a Construcción de Cimentación																													
Seguimiento a Construcción de Columnas y Pantallas (Foso Ascensor)																													
Seguimiento a Construcción de Vigas																													
Seguimiento a Construcción de Placas																													
Seguimiento a Construcción de Muros de Contención																													
Seguimiento a Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas																													
Seguimiento a Instalaciones Eléctricas																													
Seguimiento a Construcción de Sistema de Alcantarillado																													
Seguimiento a Construcción de Sistema de Acueducto																													
Seguimiento a Acabados (Impermeabilización de Muros de Contención)																													
Seguimiento a Tanques Subterráneos																													
Funciones de Administrador de Obra																													
Funciones de Auxiliar de Almacén																													
Funciones de Auxiliar de Patios																													
Funciones de Inspector de Seguridad Industrial																													
Funciones de Residente Auxiliar de Obra																													
Registro Fotográfico del Avance de Obra																													

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.  
 \* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

## 2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

### URBANIZADORA DAVID PUYANA S.A. "URBANAS S.A."

#### 2.1. RESEÑA HISTÓRICA

En el año 1923 el señor Alejandro Puyana Martínez, reactivó como urbanistas en compañía de hermanos y cuñados la firma Sucesores de David Puyana S.A., una de las más antiguas sociedades anónimas fundadas en Santander Colombia.

Sus primeras construcciones fueron parte de las vías principales de la capital del departamento "Bucaramanga" y la urbanización del barrio Puyana; en los años 30 y 40's se asoció para desarrollar el barrio Sotomayor.

A partir de 1946 se dio inicio a la administración de la compañía por parte de Don Armando Puyana Puyana, quien inició la construcción de la calle 42 con servicios de alcantarillado, acueducto y sardineles.

En el año de 1949 con los activos y pasivos de la firma Sucesores de David Puyana S.A. y los mismos socios, se constituyó Urbanizadora David Puyana S.A. (Urbanas), quien desde ese momento y por varias décadas hasta el día de hoy ha liderado importantes proyectos de desarrollo urbanístico y arquitectónico en Bucaramanga y su Área Metropolitana.

En la última década se han desarrollado proyectos modernos de gran impacto y contribución al desarrollo, dentro de estos podemos citar:

En terrenos de la antigua hacienda de "Cabecera del Llano" se desarrolló en 1995 el conjunto residencial Casa Hacienda con 53 apartamentos con las mejores especificaciones y zonas comunes.

En Cañaveral se han desarrollado varios proyectos de vivienda media-alta, se desarrolló el urbanismo del barrio Parque de Cañaveral, frente a las canchas de Golf del Club Campestre y en 1998 se construyeron 140 viviendas en el conjunto denominado Álamos Parque.

Finalmente Urbanas tiene el gran proyecto internacional de "Ruitoque" que incluye Club de Golf, Tenis, Squash, Hípica Recreativa y Club Náutico, conectado con la autopista Bucaramanga - Piedecuesta, 3 Km. adelante de Floridablanca por una magnífica carretera, y en él se desarrolla una de las mejores urbanizaciones de Sudamérica. El proyecto ofrece varias alternativas dentro de las cuales se encuentran cabañas, casas y lotes.

Fuente: <http://www.urbanasconstructora.com>

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

## 2.2. PILARES DE LA ORGANIZACIÓN

La empresa constructora URBANAS S.A. se encuentra edificada en los siguientes pilares fundamentales:

- **Desarrollo Urbanístico.** Basado en estudios técnicos, económicos y administrativos, para lograr un complejo armónico y racional, que se refleja en el entorno de sus proyectos, así como en la valorización de largo plazo.
- **Garantía de valorización.** No solamente, el producto de Urbanas asegura la valorización a corto y mediano plazo, sino a largo plazo asegurando el incremento de su valor en base al desarrollo urbanístico de la zona donde se encuentra ubicado, ya que esta no tendrá cambio de uso, ni presentará deterioro del área, y siempre tendrá manejo Urbanas.
- **Garantía del Producto.** La tradición, solidez, experiencia, seriedad y permanencia de Urbanas con el respaldo para hacer más confiable una inversión.  
Respecto a la historia de la empresa, su filosofía y trayectoria, es importante consultar los archivos de la compañía, para poder presentar con absoluto dominio el tema de “URBANAS como el primer promotor de desarrollo de la ciudad”.
- **Diseño Exclusivo.** Para cada proyecto permite presentar proyectos únicos y acordes a la necesidad, tendencia e innovación en materia arquitectónica, apalancado en los análisis de mercadeo y la implementación de las últimas tendencias. No se repiten proyectos, cada producto es objeto de una bien calculada y ordenada programación por parte de los profesionales a su servicio.
- **Calidad del Producto.** Su proceso constructivo esta sujeto a las más altas especificaciones técnicas y los procesos de calidad total, logran minimizar los problemas de construcción y acabados.

Fuente: <http://www.urbanasconstructora.com>

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

### 2.3. ACTIVIDAD EMPRESARIAL

URBANAS S.A. es descrita por si misma y por su entorno de desarrollo como una organización líder, ampliamente reconocida en Santander a través de la construcción de grandes edificaciones y obras de Urbanismo que han contribuido al desarrollo económico de Bucaramanga y su área metropolitana durante el siglo XX.

Lo anteriormente enunciado se puede sustentar al citar unos cuantos de los tantos proyectos exitosos ejecutados por URBANAS S.A. en los últimos tiempos; proyectos que le han brindado a la empresa un crecimiento integral al incursionar en los diferentes mercados sociales en los que se desenvuelve una comunidad en progreso.

Entre estos proyectos de gran impacto positivo se resaltan los siguientes:

- **Urbanismo:** En los barrios Sotomayor, Puyana y Cabecera de Llano, incluyendo obras viales como la carrera 27 entre la Puerta del Sol y Parque de los Niños, carrera 33 entre calles 56 y 34. Parte de la Urbanización de Pan de Azúcar, Cañaveral, Tejar Moderno, la urbanización industrial de Chimitá y la autopista Bucaramanga - Floridablanca.
- **Vivienda de Interés Social:** Barrio Campo Hermoso, El Poblado, El Rincón de Girón, Pan de Azúcar Bajo, y diversos programas con el Instituto de Crédito Territorial.
- **Multifamiliares:** Cabecera I, II, III etapas, Villa del Sol, Los Viñedos, Torres de Cañaveral I, II, Unidad Residencial Cabecera de Llano y Casa Hacienda.
- **Construcciones a terceros:** Universidad Autónoma de Bucaramanga Campus del Jardín, Polideportivo del barrio Terrazas, Facultad de Medicina Campus El Bosque. Universidad Santo Tomás edificio 25 años, Instituto Caldas, Cenfer, Almacenes El Vivero de Bucaramanga y Cúcuta.
- **Centros Comerciales y Almacenes Comerciales:** Centro Comercial Cabecera I, II, III, IV, V etapas, Centro Comercial Cañaveral, Almacenes Ley de Cabecera y Cañaveral.
- **Ritmoque Condominio:** Proyecto a nivel internacional donde se desarrolla una de las mejores urbanizaciones del país y del mundo, ubicada en el área metropolitana de Bucaramanga en una exclusiva zona campestre que incluye Club de Golf, Tenis, Squash, Hípica Recreativa y Club Náutico. Actualmente en este mismo proyecto se encuentra en desarrollo la construcción de un centro comercial propio de la urbanización y de un conjunto de cabañas con diseño innovador.

Fuente: Manual de Calidad de Urbanas S.A.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

## **2.4. MISIÓN**

Urbanizadora David Puyana S.A. “URBANAS” satisface a sus clientes en los requerimientos de espacio y terrenos para: habitación, recreación, comercio e institución proponiendo, comercializando y construyendo proyectos con conceptos innovadores para la convivencia comunitaria, la preservación del medio ambiente y el mejoramiento social y económico del país.

Fuente: Manual de Calidad de Urbanas S.A.

## **2.5. VISIÓN**

URBANAS S.A. en el 2010 mantendrá el liderazgo local, trascenderá al ámbito nacional proyectando sus valores y compromisos, en el desarrollo de proyectos de construcción que abarquen todos los segmentos del mercado y que generen impacto en el desarrollo urbanístico.

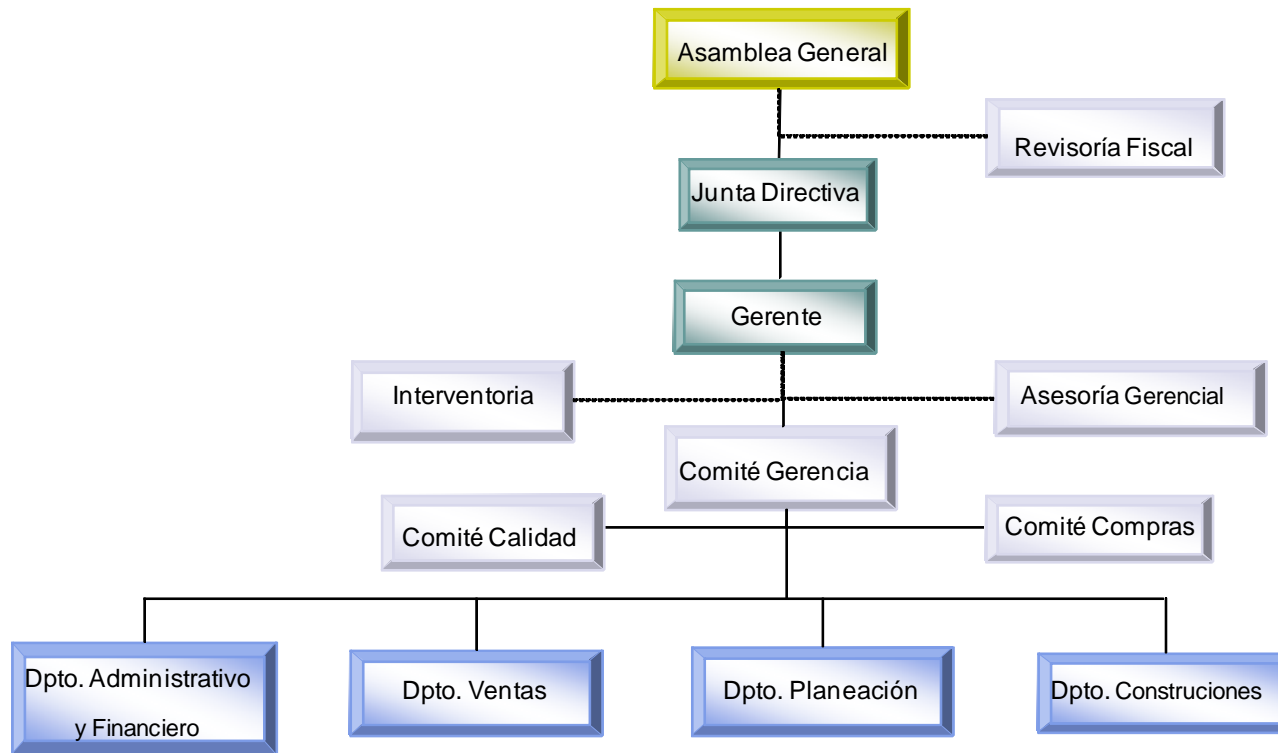
Fuente: Manual de Calidad de Urbanas S.A.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

## 2.6. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Figura 1. Estructura Organizacional de Urbanas S.A.



Fuente: Manual de Calidad de Urbanas S.A.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

## 2.7. SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

### 2.7.1. Política de calidad

URBANAS S.A. diseña, comercializa y construye edificaciones y obras de urbanismo, que cumplen los requisitos establecidos con el cliente, incluyendo los legales y reglamentarios, mediante el mejoramiento de sus procesos, el desarrollo de sus empleados y el compromiso de los contratistas y proveedores para asegurar la satisfacción de sus clientes.

Fuente: Manual de Calidad de Urbanas S.A.

### 2.7.2. Objetivos de calidad

- Cumplir con la entrega de los productos de acuerdo a los requisitos establecidos con el cliente.
- Lograr el desarrollo de los proyectos de construcción en los tiempos programados, y según la utilidad estimada.
- Cumplir con el desarrollo del control de calidad por obra.
- Obtener un alto desempeño por parte del recurso humano de la organización.
- Asegurar la calidad de los productos adquiridos y los servicios contratados.

Fuente: Manual de Calidad de Urbanas S.A.

### 2.7.3. Alcance del sistema de gestión de calidad

El alcance establecido para el Sistema de Gestión de la Calidad en URBANAS S.A. es:

**“GESTIÓN DE DISEÑO, COMERCIALIZACIÓN Y CONSTRUCCIÓN  
DE EDIFICACIONES Y OBRAS DE URBANISMO”**

URBANAS S.A. ha establecido los procesos necesarios para desarrollar el alcance planteado, incluyendo las condiciones controladas para las diferentes actividades de los procesos que son contratados externamente.

El Sistema de Gestión de la Calidad en URBANAS S.A. no excluye ningún numeral de la norma NTC-ISO 9001:2000.

Fuente: Manual de Calidad de Urbanas S.A.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

#### **2.7.4. Revisiones al sistema de gestión de calidad**

El Sistema de Gestión de la Calidad en URBANAS S.A. se revisa con una frecuencia anual con el objeto de evaluar la adecuación, eficacia y conveniencia de la implementación y determinar las acciones de mejora necesarias para asegurar la satisfacción del cliente y la mejora continua de la organización, adicionalmente se realizan revisiones por parte del Comité de Gerencia con una periodicidad mensual donde se hace seguimiento a los diferentes proyectos en ejecución.

Fuente: Manual de Calidad de Urbanas S.A.

#### **2.7.5. Estructura documental**

La documentación establecida en el Sistema de Gestión de la Calidad en URBANAS S.A., se ha diseñado para dar cumplimiento a los requerimientos de la organización de acuerdo a las necesidades de los clientes y los requerimientos de la norma NTC-ISO 9001:2000.

La documentación del sistema incluye:

- Manual de Calidad.
- Procedimientos Documentados, Instructivos, Guías y Especificaciones.
- Manual de Funciones y Responsabilidades.
- Planes de Calidad por Proyecto.
- Registros de Calidad.

Fuente: Manual de Calidad de Urbanas S.A.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

### 3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL

#### 3.1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

“SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL” es un proyecto en actual desarrollo gracias a la filosofía constructiva a la que tiende la empresa URBANAS S.A.

Figura 2. Fachada Principal y Logo del proyecto Sotomayor Conjunto Residencial



Fuente: <http://www.urbanasconstructora.com>

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Por criterios de programación de obra, el proyecto cuenta con una fecha de inicio de 01 OCTUBRE 2008 y con una fecha de entrega de 30 JULIO 2010, para un tiempo total de construcción de 22 meses.

El proyecto se caracteriza por ser una obra de Construcción y Urbanismo (Externo e Interno), en un Sistema Estructural Tradicional.

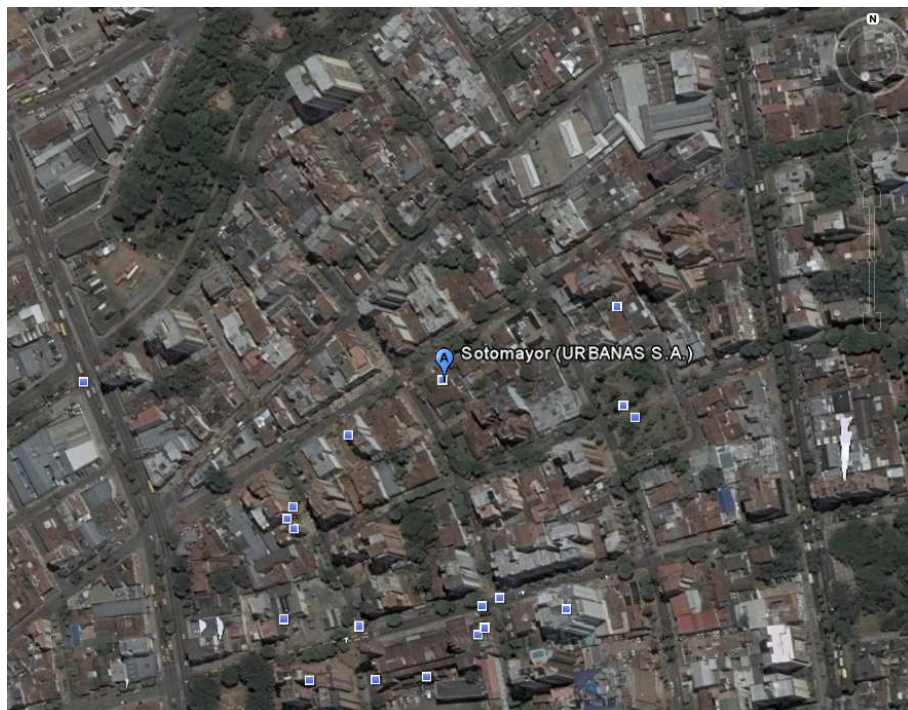
Comprende la construcción de 2 Torres independientes (Torre A costado oriental del lote y Torre B al occidente), de 15 pisos y 3 sótanos cada una, con una zona social común en el primer piso. Cuenta con 154 parqueaderos y tres apartamentos tipo (A, B y C), para un total de 112 apartamentos.

Dos placas de parqueaderos, de los tres sótanos de diseño, fueron definidas en el sistema constructivo Steel Deck o Lámina Colaborante, con vigas descolgadas en concreto reforzado.

### 3.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El proyecto Sotomayor Conjunto Residencial se encuentra ubicado en la Calle 42 # 28 – 34 del Barrio Sotomayor de la ciudad de Bucaramanga (Santander), con un estrato objetivo igual a Cinco (5).

Figura 3. Ubicación Geográfica del proyecto Sotomayor Conjunto Residencial (Vista aérea)



Fuente: <http://earth.google.com>

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

### 3.3. CARGOS ADMINISTRATIVOS DEL PROYECTO

Los cargos administrativos de obra que la empresa URBANAS S.A. designó para la construcción y control permanente del proyecto, según la complejidad y necesidades propias que él demanda, se enuncian a continuación:

Tabla 2. Organización Administrativa del Proyecto Sotomayor Conjunto Residencial.

<b>Rol</b>	<b>Responsabilidades específicas en el Proyecto</b>
Director de Construcciones	Dirección general de la construcción. Establece los lineamientos para la ejecución de la obra.
Director de Obra	Plantación, dirección y control de todas las actividades a ejecutar en la obra.
Residente de Obra	Colaborar con la dirección y coordinación en el desarrollo de las actividades a ejecutar en la obra.
Residente de Obra (Arquitectura)	Colaborar con la dirección y coordinación en el desarrollo de las actividades a ejecutar en la obra; principalmente arquitectura y acabados.
Residente Electricista	Colaborar con la dirección y coordinación en el desarrollo de las actividades de instalaciones eléctricas y de comunicación.
Administrador de Obra	Brindar apoyo y soporte a en las labores administrativas (contratos, seguridad social, transportes, maquinaria y equipo, licitaciones, correspondencia al equipo de profesionales de la obra y asegurar las comunicaciones entre la oficina y la obra.
Residente Auxiliar de Obra	Colaborar en la planeación, control y supervisión de todas las actividades a ejecutarse en la obra.
Almacenista	Control de entradas y salidas de materiales en el almacén de la obra y manejo general del almacén. Control de materiales y equipos: recibo, almacenamiento y entrega.
Auxiliar de Almacén	Control de materiales: recibo, almacenamiento y entrega de materiales.
Residente de Interventoría	Interventoría de seguimiento y corte de obra.
Auxiliar de Calidad en Obra	Control, ejecución y revisión del desarrollo del sistema de gestión de la calidad de la obra.
Tomador de muestras	Ejecutar la toma de muestras de concretos en la obra. Asegurar el oportuno y eficaz desencofre, traslado y curado de muestras.
Inspector de Seguridad Industrial	Ejecutar, velar y hacer cumplir los requisitos legales del sistema de gestión de seguridad, salud ocupacional y ambiente, dentro de las obras, por parte de todo el personal de obreros y contratistas.

Fuente: Plan de Calidad de la Obra Sotomayor Conjunto Residencial

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

#### 4. FUNCIONES DESEMPEÑADAS DURANTE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL

Exponer las actividades desempeñadas durante la práctica empresarial requiere especificar el desarrollo de funciones inherentes al cargo contemplado como Auxiliar de Calidad en Obra, junto con otras dependientes de rangos administrativos de igual importancia en el progreso de una obra de ingeniería civil.

El proceso de capacitación requerido para asumir tales funciones fué proporcionado en dos espacios diferentes; el primero, otorgado por el ingeniero de calidad de URBANAS S.A. en la sede administrativa de la empresa, mientras el segundo fué aportado por el personal administrativo del proyecto constructivo “La Cabecera”, perteneciente a la misma organización.

El entrenamiento consistió en la aplicación directa de las labores propias al cargo principal, con base un compendio de guías, manuales, procedimientos, normas, formatos, documentos e instructivos, formulados tanto por la empresa misma como por otras entidades determinantes en los temas.

De manera similar, la preparación en este proyecto inicial se aprovechó en la asimilación de información adicional sobre el manejo en obra de otros cargos esenciales en un proyecto de esta envergadura, a manera de cultura general.

Tras recibir la formación enunciada, se asume el cargo de Auxiliar de Calidad en Obra en el nuevo proyecto de URBANAS S.A. “Sotomayor Conjunto Residencial”, en la segunda semana del mes de Julio, junto con un Director de Obra y un Residente de Obra, como cargos administrativos permanentes de la construcción.

Dada la carencia de personal administrativo al inicio del proyecto y la necesidad de dar continuidad al avance natural de la obra, el Auxiliar de Calidad termina por cubrir los cargos que se mencionan a continuación, con la idea de suplir tal inconveniente:

- Administrador de Obra.
- Auxiliar de Almacén.
- Auxiliar de Patios.
- Inspector de Seguridad Industrial.
- Residente Auxiliar de Obra.
- Tomador de muestras.

Las funciones específicas de estos cargos, así como la del Auxiliar de Calidad en Obra se encuentran definidas en la “Tabla 2. Organización Administrativa de la Obra Sotomayor Conjunto Residencial” del literal “3.3. CARGOS ADMINISTRATIVOS DEL PROYECTO”, del presente informe de grado.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

El Auxiliar de Calidad en Obra pertenece al departamento de interventoría de la empresa, y a su cargo se encuentra el coordinar, actualizar, promover, ejecutar y controlar la documentación y el cumplimiento de las actividades correspondientes al Sistema de Gestión de Calidad (SGC) de un proyecto, conforme a la misión, la visión y las políticas de calidad propias de la empresa URBANAS S.A.

A su vez este personaje está en la capacidad de brindar, de acuerdo a sus habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Civil, una supervisión y apoyo en la ejecución directa de los diversos procesos constructivos y de urbanismo del proyecto, desde una perspectiva técnica y de control de costos, que asegure que el producto final a entregar cumple con todos los requisitos y especificaciones definidas tanto por la empresa misma como por el cliente.

Entre las diferentes actividades realizadas a manera de práctica empresarial en el proyecto Sotomayor Conjunto Residencial, se citan como sigue, aquellas sobre las cuales no se hará explicación por considerarse redundantes o inmersas en otros temas posteriormente descritos, pero que de igual manera merecen ser resaltadas dada su importancia en las labores de rutina de la obra:

- Creación de formatos internos para el control y pago de viajes de acero, concreto y suelos.
- Seguimiento al cumplimiento de lo establecido en las bitácoras por el personal externo e interno de obra.
- Inventario inicial sobre documentación general del proyecto.
- Creación y manejo del archivo de obra.
- Creación, recepción y envío de correspondencia de obra, específicamente en cuanto a memorandos frente a la misma empresa, entidades públicas y privadas, contratistas y proveedores de servicios.
- Informes mensuales de obra.
- Coordinación de reuniones y convenios con personal administrativo de la propia empresa y con proveedores de servicios, siguiendo los formatos de actas de reunión.
- Seguimiento y control ambiental de actividades y documentos.
- Manejo de contratistas para movimiento de tierras, topografía, rellenos, demolición de estructura existente, actividades preliminares, estructura, impermeabilización de muros de contención, administración e instalaciones eléctricas.
- Elaboración del acta de apertura de almacén.
- Registro fotográfico del avance de obra.

A continuación se establecen los detalles sobre las funciones fundamentales desarrolladas por el Auxiliar de Calidad en Obra, con base tanto en sus propias responsabilidades, como en las asumidas a causa de los cargos administrativos faltantes.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

#### 4.1. PLAN DE CALIDAD DE OBRA SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL

El Plan Calidad de una obra de URBANAS S.A. esta concebido como un documento que establece los parámetros de calidad en cuanto los procedimientos, los autores y los recursos que deben ser aplicados a la hora de supervisar y ejecutar cualquier actividad de construcción o urbanismo en un proyecto emprendido por la empresa.

El Plan de Calidad de este proyecto constructivo fué elaborado por el Director de Obra junto con el Auxiliar de Calidad en Obra, y finalmente aprobado por el Director de Construcciones de URBANAS S.A.

El Auxiliar de Calidad en Obra es el directo encargado de verificar en todo momento el cumplimiento de los diferentes parámetros estipulados en el Plan de Calidad del proyecto, con el objeto de garantizar el buen funcionamiento de la obra dentro de su marco de Calidad.

En algunos casos, el manejo de esta información consiste en simplemente verificar y archivar la documentación externa e interna que respecta a la calidad de la obra, y en otros casos, consiste en verificar el procesamiento y/o archivo de las actividades, formatos y documentos que dependen tanto de los demás funcionarios del proyecto, como del mismo Auxiliar de Calidad en Obra.

En el caso de Sotomayor Conjunto Residencial, el Plan de Calidad está orientado por la guía "Organización de Archivos en Obras" establecida en el estamento de gestión documental de la empresa, y que se encuentra en el anexo # 1.

El documento mencionado se caracteriza por ser dinámico en el tiempo, con el fin de permitir su actualización constante de acuerdo a los requerimientos propios del proyecto, y ofrecer así la optimización de los parámetros que contiene, aplica y controla.

Con la idea de establecer un entendimiento más claro y profundo del concepto que encierra el Plan de Calidad en una obra de URBANAS S.A., se explicará a lo largo del presente proyecto de grado, las características y el manejo dado a este documento en la obra Sotomayor Conjunto Residencial por parte del Auxiliar de Calidad en Obra, de acuerdo al Sistema de Gestión de Calidad, a la guía "Organización de Archivos en Obras" y a la "Tabla de Retención Documental" que rige a las obras de la empresa.

La Tabla de Retención Documental establece la forma de organizar en obra la documentación general del proyecto que allí se maneja, y contempla algunos parámetros adicionales de calidad que no se mencionan en la guía para la Organización de Archivos en Obras, pero que de igual manera poseen gran importancia en el plan de calidad de cualquier proyecto, por analizar criterios que también pertenecen al Sistema de Gestión de Calidad de la obra.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

## 4.2. GENERALIDADES DEL PROYECTO SEGÚN PLAN CALIDAD

A continuación se referencian cada uno de los criterios en los que hace énfasis la primera división del plan de calidad del proyecto.

### ❖ **FORMATO PLAN DE CALIDAD**

Este formato permite obtener la información general con la que el proyecto está definido.

En el caso particular de Sotomayor Conjunto Residencial, dicho formato se encuentra regido bajo los siguientes parámetros:

- **Plan de actualizaciones:** Es una tabla en la que se consigna cualquier cambio significativo realizado al plan de calidad de la obra.  
Dicha tabla se puede encontrar en el anexo # 2.
- **Alcance del proyecto:** Este punto se encuentra definido de acuerdo a las características generales del proyecto.  
La información que allí se establece es en síntesis la expresada anteriormente en el numeral 3. del presente proyecto de grado como “DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL”.
- **Organización administrativa del proyecto:** El literal “3.6. CARGOS ADMINISTRATIVOS DEL PROYECTO”, contenido en la “DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL” del presente proyecto de grado, hace referencia a esta información.
- **Productos a entregar y control de calidad e Interventoría:** En este espacio del formato se encuentran los registros de actividades a desarrollar dentro del proyecto y la programación de control de calidad de cada actividad.  
Además, se establece aquí la consistencia general de las Actividades Básicas de Control de Calidad, de los Reportes y de las Reuniones del Comité de Gerencia, del Comité de Obra, del Comité Intermedio de Programación y Control de Costos.
- **Programa de trabajo:** Este programa esta sujeto a la complejidad de la obra y se caracteriza por identificar de manera general los eventos principales desde el comienzo hasta el final del proyecto, así como la interrelación y enlace lógico entre las actividades que garantizan su desarrollo.  
También estima la duración de las actividades según la ruta crítica del proyecto y la disponibilidad de recursos.
- **Presupuesto de obra:** Aquí son definidos dos códigos del proyecto: el de su centro de costos y el de su presupuesto.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Las actividades relacionadas con los costos representan un elemento básico en el proceso de administración y control del proyecto.

El presupuesto del proyecto está elaborado con base en el cálculo de las cantidades de obra a ejecutar por actividad y en la estimación de análisis de precios unitarios (costo de materiales, mano de obra, equipos y subcontratos).

- **Proceso para aprobar cambios:** Este aspecto permite identificar y establecer el procedimiento a seguir al momento de efectuar un cambio durante el proyecto, en cuanto a las especificaciones de los productos, el alcance del proyecto, el plan de actividades o los procesos de control de calidad del proyecto.

#### ❖ **ANEXO DE ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN**

Este anexo 1 del Plan de Calidad contiene las especificaciones, el control de calidad, los documentos a referenciar, el registro y las observaciones para cada una de las actividades o procesos que contemple ejecutar el proyecto en cuanto a sus actividades propias de construcción y urbanismo.

Para tener una idea del manejo del formato, se muestra en el anexo # 3, un fragmento de él, en el proyecto Sotomayor Conjunto Residencial.

#### ❖ **ANEXO CONTROL DE CALIDAD DE OBRA**

Este anexo 2 del Plan de Calidad contiene las pruebas y ensayos a realizar en el proyecto, con el propósito de garantizar el cumplimiento de los parámetros de calidad de la empresa.

Establece los controles de calidad, frecuencias, ubicación, laboratorios de pruebas y el total de pruebas o controles programados para cada una de las actividades que contemple ejecutar el proyecto en cuanto a sus actividades propias de construcción y urbanismo.

En el anexo # 4 se puede consultar un fragmento de la aplicación de éste formato en el proyecto Sotomayor Conjunto Residencial.

#### ❖ **ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO**

En estas especificaciones se encuentran definidas características muy particulares de diseño del proyecto.

Sotomayor Conjunto Residencial es un proyecto de carácter particular, en cuanto a diseño y construcción, gracias a las especificaciones bajo las cuales fué definido; especificaciones propias que se pueden detallar en el anexo # 5.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Al comienzo de las actividades de obra, fueron verificadas por el Auxiliar de Calidad y el Director de la obra, las especificaciones referentes a los acabados del proyecto, al comparar estos criterios definidos por diseño con las muestras mantenidas en exposición al público en la sala de ventas respectiva.

#### ❖ **MEMORANDO DE AUTORIZACIÓN DE ACTA DE INICIO DE OBRA POR LA SUBGERENCIA**

El memorando de Inicio de Obra es una carta expedida por común acuerdo en el Comité de Gerencia de la empresa, y en ella se expresa la fecha legal para el inicio de las actividades del proyecto tras cumplir éste con todas las licencias previamente requeridas para su realización.

#### ❖ **CONTROL DE PLANOS EN OBRA**

El control de planos en una obra de URBANAS S.A. se encuentra basado en tres herramientas fundamentales que permiten verificar, actualizar y controlar, el manejo y circulación de cada uno de los planos que ingresan o salen de obra. Tales herramientas son:

##### ➤ **Listado maestro de planos.**

El Listado Maestro de Planos es un documento que se obtiene directamente del software interno de URBANAS S.A. Dicho listado permite corroborar con el departamento de Planeación de la empresa la existencia o no en obra, de un tipo y cantidad específica de planos.

Este listado es impreso, verificado y almacenado en el Plan de Calidad de la Obra, con previa copia al coordinador de proyectos de arquitectura (departamento de Planeación), para su respectiva confirmación o ajuste, de acuerdo a las observaciones hechas al respecto por el Auxiliar de Calidad en Obra. Mensualmente se realiza una revisión de dicho listado por parte del Auxiliar de Calidad en Obra en conjunto con el Coordinador de Proyectos de Arquitectura, con el fin de garantizar la calidad en el control y manejo general de los planos en obra.

La información determinada en este listado para cada uno de los planos del proyecto muestra: el código y nombre del proyecto; el código, contenido, versión y fecha de última modificación del plano, y el número de copias que cada departamento de la empresa mantiene en su poder. En el anexo # 6 se establece un fragmento de este listado con el fin de esquematizar su contenido y finalidad.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

➤ **Control de distribución de planos.**

Es un documento expedido por el departamento de Planeación de la empresa a nombre de la obra solicitante de los planos. Consta de tres copias y en él se relacionan el tipo, el contenido, la versión, la fecha de última modificación, la cantidad, la fecha de recepción y el destinatario en obra, para cada uno de los planos que son enviados por este departamento a la obra.

El documento posee casillas en blanco para diligenciar la fecha de recepción, la firma del receptor y las observaciones al respecto.

La información contenida en el documento debe coincidir completamente con la que posee cada uno de los planos adjuntos al mismo, para proceder a aceptarlos; en caso contrario, los planos son devueltos a la empresa con las debidas aclaraciones.

De esta verificación está encargado el Auxiliar de Calidad en Obra, quien a su vez puede firmar el recibido de los planos aunque el documento no se encuentre a su nombre.

Una vez terminado el proceso de revisión, una de las copias es archivada en el Plan de Calidad de la Obra y las otras dos son reenviadas al departamento de Planeación de URBANAS S.A.

El proceso de revisión de los diferentes tipos de planos recibidos en obra consiste en verificar la coherencia en la información que cada uno de ellos contiene en cuanto a localización y nombre del proyecto, con el respectivo código del centro de costos; logo de la empresa, tipo de diseño, contenido, versión vigente, fecha de creación, cuadro de modificaciones, raíz de ubicación digital, y firmas de aprobación por parte del Coordinador de Diseños, el Director de Planeación y el Director de Construcciones de la empresa.

➤ **Control de entrega de planos al personal de obra.**

Una vez entregados los planos a la obra y aprobados previamente por el Auxiliar de Calidad, se procede a organizar la planoteca del proyecto con una copia de cada plano vigente recibido, en un medio que permita almacenar, preservar y consultar los planos de forma adecuada.

Las copias adicionales a la planoteca son entregadas al personal de obra o contratista que lo requiera, diligenciando previamente el formato “control de entrega de planos en obra”, para cada una de las personas solicitantes del plano en cuestión, como se detalla en el anexo # 7.

Una vez se crea y llega a obra la nueva versión de un plano, todas las copias de su versión anterior deben ser recolectadas y demarcadas como obsoletas con el respectivo sello de “OBSOLETO”, para luego ser enviadas al departamento de planeación de la empresa, y así asegurar su no utilización y eliminación definitiva.

La nueva versión del plano debe ser distribuida a todo personal de obra que mantenga copia de la versión obsoleta, teniendo presente que siempre debe existir una copia vigente en la planoteca de obra.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA (COPIA ACTUALIZADA), SE DEBEN GUARDAR LAS VERSIONES DESACTUALIZADAS**

Este parámetro refleja el avance real de obra en cierto punto del tiempo y lo compara con la programación de obra estimada para el proyecto a dicha fecha. Esta sujeto a la complejidad de la obra y al programa de trabajo definido en el formato de plan de calidad.

El progreso de éste aspecto es analizado y explicado por el programador de proyectos de la empresa a través de un informe semanal de seguimiento a obra, que debe detallar siempre un avance general del proyecto con retraso inferior a 12 días, para así evitar la reprogramación de sus actividades constructivas.

A la fecha de corte, 18 de diciembre de 2008, el proyecto Sotomayor Conjunto Residencial reporta 36 días de adelanto respecto a la programación de obra inicial estimada a esta misma fecha.

### **4.3. REGISTROS DE CALIBRACIÓN**

Garantizar el sello de calidad estipulado en las políticas preestablecidas por la empresa URBANAS S.A. para cada uno de los proyectos que opta por ejecutar, requiere de un control y chequeo constante de equipos, materiales y mano de obra a utilizar en los diferentes procesos constructivos requeridos por la obra en particular.

A continuación se establecen los parámetros que en este sentido prevalecieron en el proyecto Sotomayor Conjunto Residencial.

#### **4.3.1. Listado de verificación de flexómetros**

La verificación de flexómetros fué aplicada dos veces durante el tiempo de práctica, y con dos tipos de formato diferente, dada la actualización misma de éste procedimiento por parte de la empresa.

En un comienzo, el procedimiento consistió en revisar de forma visual y métrica, el estado de cada uno de los flexómetros utilizados en obra, tanto para el personal de contratistas, como para el personal de administración; sin embargo, se optó por limitar este tipo de chequeo tan solo al aspecto visual por considerarse innecesario el procedimiento conjunto de medición.

El procedimiento visual establece que el flexómetro debe ser legible, sin roturas ni quiebres, y poseer tanto la marca como la longitud definida por el fabricante.

Por otro lado, el procedimiento de medición establecía tomar de forma aleatoria tres longitudes iguales a 1,0 metro sobre el flexómetro y en cada una de ellas sobreponer la regla patrón para comprobar que estas coincidían en gran aproximación, con la longitud de 1,0 metro que posee el patrón de medida.

Las tres mediciones hechas sobre cada flexómetro eran promediadas para arrojar una medida total por aproximación.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

El procedimiento conjunto permitía establecer la aceptación (con sello respectivo de autorización para uso en obra) ó decomiso del implemento por parte del Auxiliar de Calidad en Obra.

El primer chequeo se efectuó en el mes de Septiembre, mientras el segundo, se registró en el mes de Noviembre de acuerdo al procedimiento actualizado que hoy rige para tal efecto, como se muestra en el anexo # 8.

#### **4.3.2. Control aparatos de topografía y mira**

El procedimiento a seguir en un registro de mantenimiento y calibración de aparatos de topografía se esquematizará al enunciar el instructivo definido propiamente por la empresa para tal labor (Anexo # 9), junto con el formato de seguimiento y control diligenciado para el proyecto Sotomayor Conjunto Residencial en el mes de Octubre de 2008 (Anexo # 10).

Es pertinente aclarar que dicho formato de verificación es el adoptado libremente por los Auxiliares de Calidad en Obra, con previa autorización por parte del área de calidad de la empresa, ya que en aquel entonces se carecía de un formato diseñado por la empresa misma para el registro de éste control.

#### **4.3.3. Registro de calibración de densimetría**

La supervisión técnica y de calidad aplicada como medida de control al proceso de rellenos de la obra, se basa en dos herramientas previamente establecidas por la empresa, y que se hallan fielmente encaminadas a controlar la actividad de compactación en sus proyectos constructivos.

Estas herramientas son la Toma de Densidades en Campo y el Ensayo de Compactación.

La Toma de Densidades en Campo es realizada en obra por el laboratorista de URBANAS S.A. y en presencia del AUXILIAR DE Calidad en Obra, utilizando un equipo denominado “Densímetro Eléctrico”, como se detalla en las fotografías siguientes, y diligenciando simultáneamente el formato “Reporte de Densidades de Campo”, como registro de los resultados obtenidos en la prueba.

El Densímetro Eléctrico es calibrado al momento del ensayo con coeficientes de Modulo Suelto, Densidad Máxima y Humedad Óptima, que dependen propiamente del tipo de material utilizado para el proceso de relleno; y la finalidad del ensayo consiste en encontrar los valores correspondientes a la Densidad Humedad, Densidad Seca, Porcentaje de Humedad y Porcentaje de Compactación, del suelo colocado en el sitio de prueba.

El porcentaje de compactación debe estar siempre por encima del 95%, para dar por aceptado el producto; en caso contrario, el suelo colocado es retirado y se realiza un reproceso de compactación, ya sea con el mismo material o con otro de características similares que cumpla especificaciones, y manteniendo o disminuyendo el espesor de las capas a compactar.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Este procedimiento es repetido hasta el momento en que la prueba de campo estime un cumplimiento general tanto en el material colocado como en el proceso de compactación.

La frecuencia para la realización este ensayo se estima como diaria durante el tiempo de ejecución del proceso de relleno.

El Anexo # 11 permite esquematizar la descripción anterior.

Por otro lado, se cuenta con el Ensayo de Compactación, el cual consiste en enviar al laboratorio de la empresa, con formato respectivo (anexo # 12), una muestra representativa del suelo a colocar en el relleno, con el fin de verificar sus propiedades particulares y definir así una vez más, el cumplimiento o no de especificaciones como material de relleno. Un ejemplo de los resultados arrojados en este tipo de ensayo se detalla en el anexo # 13.

#### **4.4. CONTROL DE CALIDAD EN CONCRETOS**

Cumplir con el concepto de calidad que enmarca a este material representativo de la construcción requiere de una supervisión constante de sus parámetros de fabricación, programación, manejo y evolución en obra.

El control de calidad de concretos en el proyecto Sotomayor Conjunto Residencial, está fundamentado en la documentación definida explícitamente por la empresa para esta labor; documentación basada fuertemente en las Normas Técnicas Colombianas 396, 454, 550 y 673, que aplican al uso y control de este tipo de material en una construcción, junto con la norma del Sistema de Gestión de la Calidad, ISO 9001:2000.

A continuación se establece la documentación mencionada, de acuerdo al procedimiento y control a seguir, al momento de ejecutar un proceso constructivo que requiera de este material característico, bajo la garantía de cumplimiento de los diferentes parámetros de calidad que identifican en este aspecto al proyecto.

- Instructivo Control de Concretos.
- Instructivo para Elaboración y Curado de Cilindros de Concreto.
- Recepción y Verificación de Especificaciones Técnicas de Concretos.
- Formato de Registro Control Diario de Concretos.
- Formato de Ensayo de Concreto.
- Formato de Envío de Elementos de Concreto a Ensayo.
- Recepción y Verificación de Resultados de Laboratorio.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

#### **4.4.1. Instructivo control de concretos**

Este instructivo se halla en el anexo # 14, y tiene por objetivo definir los lineamientos para evaluar la resistencia de los concretos en cada una de las edades correspondientes, según cada tipo de muestra, y el procedimiento a seguir según los resultados obtenidos.

#### **4.4.2. Instructivo para elaboración y curado de cilindros de concreto**

El instructivo tiene como finalidad definir las actividades necesarias para asegurar la adecuada manipulación, el almacenamiento y la conservación de los cilindros, con el fin de que no se afecte la calidad de estos productos.

Establece las pautas a seguir desde que se toma la muestra hasta que se entrega en el laboratorio para la toma de la resistencia.

Su contenido se puede consultar en el anexo # 15, del proyecto de grado.

#### **4.4.3. Recepción y verificación de especificaciones técnicas de concretos**

El uso del concreto como uno de los materiales primordiales de un proceso constructivo particular comienza en obra a través de una solicitud de este producto al proveedor, por medio de un formulario de pedido, en el cual se establecen las especificaciones del concreto según diseño, así como el volumen, la fecha, la hora, y la forma en la que se realizará la fundida de los elementos estructurales previstos con dicha cantidad.

Una vez llega este pedido a obra, se le da ingreso a la mixer de concreto al lugar mas apropiado y cercano al sitio de fundida, primando en todo momento una adecuada señalización vial, antes, durante y después de la ejecución del proceso, con el fin de minimizar en lo posible los riesgos de accidentalidad tanto en vehículos como en peatones, procurando así mantener el flujo normal de circulación en el entorno del proyecto.

En este momento el Auxiliar de Calidad en Obra realiza la recepción y verificación de cumplimiento de las condiciones técnicas del producto solicitado, a través del recibo trae consigo la mixer, pues en él se resumen las características principales del concreto enviado a obra por la empresa fabricante.

El procedimiento de chequeo que se debe llevar a cabo en este punto se encuentra en el anexo # 16.

Al mismo tiempo es efectuada la prueba de Asentamiento del concreto por parte del Tomador de Muestras de la obra, o en su ausencia, por el mismo Auxiliar de Calidad, pues es norma primordial técnica y de calidad de la empresa, corroborar el estado real de asentamiento del material para poder autorizar finalmente su utilización en obra o su devolución al proveedor.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

En el mayor de los casos el concreto cumple especificaciones y es aceptado; y tras haber realizado la descarga de la mitad del volumen contenido en la mixer, se realiza la toma de la muestra representativa del material para elaborar los cilindros de concreto que serán ensayados en laboratorio a las edades de 3, 7, 14, 28 y 56 días, dependiendo del tipo de concreto usado, de los elementos estructurales construidos y de las resistencias obtenidas en el tiempo.

Esta clase de prueba y de toma de muestras es realizada en presencia del Auxiliar de Calidad en Obra, y la descripción de ambos procedimientos se define en el Instructivo para Elaboración y Curado de Cilindros de Concreto, citado en el anexo # 15.

Terminada la descarga del volumen de concreto de cada camión perteneciente al pedido, se autoriza su salida de obra y se coordina la limpieza general de la zona para mantener o mejorar las condiciones ambientales del proyecto.

Dada la gran importancia que encierra el manejo adecuado del concreto en obra, el Auxiliar de Calidad recibe una capacitación adicional a la de la empresa, por parte del proveedor del material, que consiste en realizar directamente la prueba de asentamiento y la elaboración y curado de cilindros de concreto en su fábrica, con el objetivo de reconocer y garantizar el comportamiento real de las propiedades mas representativas del material recibido en el proyecto.

#### **4.4.4. Registro de concretos**

La información consignada en cada recibo de cada concreto aceptado en obra, es registrada en el formato “Control Diario de Concretos”, con señalización de los concretos a los que se les ha tomado muestra para los ensayos a compresión en laboratorio, según la codificación adoptada por la obra para la demarcación de muestras.

En este mismo formato se establecen en forma adicional las observaciones no usuales sobre el material recibido.

Una vez se realiza el registro de las características del concreto, el recibo es entregado al almacenista para proceder a realizar la entrada de almacén en el software de la empresa y el pago por el producto y por el servicio prestado por parte del proveedor de concretos.

Un ejemplo y descripción del manejo y contenido de este formato se encuentra en el anexo # 17, “Registro Control Diario de Concretos”, extraído de cuatro días de ejecución de diferentes procesos constructivos en el proyecto.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

#### **4.4.5. Programación de toma de muestras y ensayos de concreto**

Después de realizar el registro de todos los concretos ingresados a obra durante un día, en el formato “Control Diario de Concretos”, se establece la programación a seguir para los ensayos de cilindros de concreto a compresión, de acuerdo a las características particulares del concreto de la mixer de la cual se extrajo la muestra para la elaboración de los especímenes.

La descripción de dichas características es llevada al formato de calidad “Ensayo de Concreto” (anexo # 18), para luego generar en él mismo, las fechas de ensayo de la muestra de concreto en cuestión, a las diferentes edades.

Este formato permite también consignar los resultados de resistencia a compresión obtenidos en el laboratorio, tras ser efectuados, para poder así evaluar el comportamiento real de cada uno de los concretos en el tiempo, y por ende definir si es posible continuar con el avance de obra previsto, o si se hace necesario tomar medidas correctivas inmediatas en el caso de un estado desfavorable.

Cabe aclarar que una muestra de concreto es representativa incluso para uno o varios procesos constructivos que se generen en un mismo día, dependiendo de la importancia propia de cada uno de ellos.

Una vez establecidas las fechas de ensayo de la muestra para cada una de las edades requeridas, se realizan las pruebas de los especímenes, enviando por cada edad dos cilindros de concreto debidamente demarcados, al laboratorio prestador de este servicio, junto con el formato de calidad “Envío de Elementos de Concreto a Ensayo” previamente diligenciado como se detalla en el anexo # 19.

El formato de envíos admite registrar diferentes muestras que coincidan en una misma fecha para ensayo.

Es necesario mencionar aquí que dados los muy altos valores de resistencia a compresión que en general presentaron los concretos utilizados en la fundición de los diversos procesos constructivos del proyecto durante la práctica empresarial, se tomó la decisión por parte de las directivas de la obra, desde un punto de vista técnico y de costos, de suspender los ensayos de probetas de concreto a las edades de 28 y 56 días para aquellas muestras que a la edad de 14 días arrojaron en las pruebas, dichos resultados de resistencia elevada, pues ya aquí se aseguraba el cumplimiento y desarrollo en el tiempo de las especificaciones definidas para los elementos estructurales respectivos a la muestra.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

#### **4.4.6. Recepción y verificación de resultados de laboratorio**

El ensayo de especímenes de concreto se ha tratado en su gran mayoría con el laboratorio “ConcreServicios”, quien es un experto en el manejo del tema, El servicio ofrecido por esta empresa consiste en recoger en obra las muestras de los concretos a ensayar y transportarlas hasta su lugar de prueba, primando ante todo el cumplimiento de las condiciones estipuladas por calidad para el traslado de estos elementos, con el fin de evitar accidentes y minimizar las condiciones que puedan alterar los resultados del comportamiento real de resistencia del concreto a cierta edad.

Luego de ensayar cada par de cilindros por muestra, el laboratorio genera un reporte en medio físico y digital con las propiedades encontradas para cada espécimen analizado, como se detalla en el anexo # 20, “Informe de Ensayo a Compresión en Elementos de Concreto” del 19 de Noviembre de 2008.

Dicho informe es enviado a obra para ser estudiado por el Auxiliar de Calidad en Obra quien es el encargado de corroborar que los valores de esfuerzo arrojados en los ensayos, por promedio de cada par de cilindros, sean iguales o superiores a los estipulados por la obra misma y por Urbanas como mínimos (anexo # 21), para dar continuidad al avance de obra programado.

Hay que resaltar que estos criterios de esfuerzo adoptados por la empresa se encuentran por encima de los establecidos en la Normas Técnicas Colombianas, lo cual esta garantizando en todo momento cumplimiento por resistencia en cuanto a factores de seguridad.

Estos resultados son finalmente registrados en el formato “Ensayos de Concreto” del anexo # 18.

#### **4.5. CONTROL DE CALIDAD EN ACEROS**

Siendo el acero uno de los materiales constructivos fundamentales en la consecución de un proyecto de Ingeniería Civil, se hace necesario efectuar un control y supervisión constante sobre todos aquellos factores y procesos que lo definen desde su fabricación hasta su colocación final y evolución en obra.

El proyecto Sotomayor Conjunto Residencial fundamenta el aseguramiento de las políticas técnicas y de calidad preestablecidas por la empresa, por el icontec y por la normatividad sismorresistente Colombiana frente a la manipulación de este material, en la documentación que se referencia a continuación, de acuerdo al procedimiento y control a seguir a la hora de ejecutar un proceso constructivo que requiera de tal insumo en particular.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

- Recepción y Verificación de Especificaciones Técnicas de Aceros.
- Programación de Toma de Muestras y Ensayos de Aceros.
- Formato de Envío de Elementos de Acero a Ensayo.
- Recepción y Verificación de Resultados de Laboratorio.
- Formato de Informe de Resistencia a la Tracción del Acero.

#### **4.5.1. Recepción y verificación de especificaciones técnicas de aceros**

El procedimiento establecido en esta primera parte del ensayo de probetas de acero consiste exactamente en la definida más adelante para la división de “Acero” del literal “4.6.2. CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN EXTERNOS. (PROVEEDORES)” del presente informe de grado, pero aplicado específicamente a las muestras de acero a estudiar en laboratorio.

#### **4.5.2. Programación de toma de muestras y ensayos de aceros**

El ensayo de elementos de acero cuenta por programación con una frecuencia que depende propiamente de una cantidad concreta de material recibido en obra. Tras estar próximos cada vez a 100 toneladas de acero, se solicitan al proveedor del material las muestras pertenecientes al lote siguiente a despachar, con criterio de dos barras de acero de 1.0 m de longitud, por cada denominación de cada marca enviada a obra.

En forma independiente a la cantidad de 100 toneladas, se realiza para el primer pedido de acero recibido en obra, un ensayo sobre muestras pertenecientes a este lote inicial.

La información referente al acero a ensayar se consigna en el Formato de “Envío de Elementos de Acero a Ensayo” (Anexo #22), el cual es enviado al laboratorio junto con las probetas descritas en él.

El ensayo de Resistencia a la Tracción del Acero se realiza obedeciendo a la Norma Técnica Colombiana 2289 (Barras y rollos corrugados de acero de baja aleación y/o termotratados para concreto reforzado en construcciones de diseño sismo resistente).

#### **4.5.3. Recepción y verificación de resultados de laboratorio**

Efectuados los ensayos de las muestras de acero, el laboratorio remite a la obra en medio físico y digital el reporte con los resultados obtenidos en el material, para ser analizado e informado en obra por parte del Auxiliar de Calidad, y tomar así las medidas correctivas necesarias o por el contrario dar continuidad al avance de obra previsto. El anexo # 23 ofrece el reporte de ensayos para el acero colocado en obra, comprendido entre las 100 y 200 toneladas.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

#### 4.5.4. Informe de resistencia a la tracción del acero

El informe es un compendio de las propiedades mecánicas que caracterizan al material ensayado, de acuerdo a un cálculo promedio por cada par de probetas de la misma denominación.

El computo y análisis establecido por la norma exige el cumplimiento del acero frente a los siguientes parámetros:

- El esfuerzo superior de fluencia se debe encontrar entre 420 MPa y 540 MPa.
- La resistencia máxima debe ser igual o superior a 550 MPa.
- El porcentaje alcanzado frente al esfuerzo mínimo de fluencia debe ser igual o superior al 100%
- La condición de resistencia, que es igual al esfuerzo mínimo de fluencia multiplicado por un factor de seguridad de 1.25, debe ser igual o superior a 550 MPa.
- El porcentaje de alargamiento de las barras debe ser mínimo del 14% para los diámetros nominales comprendidos entre 3/8" y 7/8", y mínimo del 12% para la barras superiores a 1". (Según URBANAS S.A.)

El Informe de Resistencia a la Tracción del Acero correspondiente a la cantidad 100 a 200 toneladas colocadas en obra se referencia en el anexo # 24.

#### 4.6. CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS Y MATERIALES

Los certificados de calibración son un mecanismo de garantía de cumplimiento en cuanto a los parámetros de calidad estipulados por las diferentes entidades expertas en el tema para el control de los equipos y materiales constructivos más representativos en un proyecto.

En este literal se explicará en forma resumida el procedimiento seguido en el chequeo de este tipo de certificación para el proyecto Sotomayor Conjunto Residencial.

##### 4.6.1. Certificados de calibración internos. (URBANAS S.A.)

Los certificados de calibración de los equipos propios, destinados por la empresa URBANAS S.A. para el desarrollo del proyecto, se mencionan a continuación.

Dichos certificados son adicionados al plan de calidad de la obra tras haber sido aceptados por verificación de consistencia y vigencia de la información contenida en ellos.

- **REGLA PATRÓN:** Esta regla se utiliza como control de calidad en la verificación de flexómetros y de la mira. Pertenece al laboratorio de Metrología.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

- **DENSÍMETRO:** Permite conocer el nivel de compactación en el proceso de rellenos, de acuerdo al tipo de suelo utilizado. Pertenece al laboratorio de Densimetría.
- **BALANZA:** Establece el valor de la masa de un material específico. Pertenece al laboratorio de Masa.
- **ESCLERÓMETRO:** Este equipo permite corroborar en obra el valor de resistencia de un elemento estructural de acuerdo a un número de rebotes, cuando hay incertidumbre en los resultados de laboratorio. Pertenece al laboratorio de Dureza.
- **MANÓMETRO:** Es usado en la medición de presiones en las instalaciones de tubería de gas y tubería hidrosanitaria del proyecto. Pertenece al laboratorio de Presión.

En general, la verificación de este tipo de certificados consiste en corroborar que se encuentre en concordancia para cada uno de los equipos requeridos en el proyecto, aspectos tales como el laboratorio reconocido, el instrumento de medida, la marca, el rango de medición, la división de la escala, el cliente, la fecha y el tiempo de vigencia de la calibración, el instrumento patrón, las observaciones y las firmas de los responsables en el laboratorio.

A manera de ejemplo se enseña en el anexo # 25, el certificado de calibración de la regla patrón utilizada en el proyecto.

#### **4.6.2. Certificados de calibración externos. (Proveedores)**

Los certificados de calibración citados en este numeral corresponden a los referentes a equipos y materiales puestos a disposición del proyecto por parte de los proveedores de servicios, de acuerdo a los diferentes procesos ejecutados en obra.

Una vez más, se adicionan tales certificados al plan de calidad de la obra, tras haber demostrado consistencia y vigencia en su información, como se describe a continuación para los aspectos más representativos del proyecto en este sentido.

#### **❖ TOPOGRAFÍA**

En el caso de topografía existen dos equipos de uso constante en obra: el Teodolito y el Nivel de Precisión.

Los certificados de calibración resaltan que el ajuste realizado en cada uno de estos equipos consiste en el mismo procedimiento, que consiste en la corrección de niveles y retículo, a través de la lubricación, limpieza general, calibración y

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

ajustes de los aparatos topográficos, de acuerdo a las normas internacionales de control de calidad según datos respectivos, que aplica el laboratorio.

En cada certificado se revisa que el ajuste sea realizado en un laboratorio de confianza, así como las fechas de último y próximo mantenimiento, los datos del dueño del equipo y del propio equipo (Equipo, Modelo, Marca y Serie), y las firmas de los responsables del laboratorio y del equipo.

### ❖ **CONCRETO**

El proveedor de concretos del proyecto, “Cemex de Colombia”, presenta la supervisión de los siguientes parámetros, como medida de control de calidad en cuanto a sus equipos y materiales:

#### ➤ **Resistencias a la Compresión.**

En este certificado se relacionan las resistencias a la compresión desarrolladas por las mezclas de concreto enviadas a la obra, en porcentaje y en  $\text{KG}/\text{CM}^2$ , para las edades de 3, 7, 14, 28 días.

En el anexo # 26 se enseña uno de tales certificados con evolución favorable para los concretos tipo convencional de 3000 psi y tipo columnas de 4000 psi, con asentamiento de 4” y 6”, utilizados en el proyectos Sotomayor Conjunto Residencial. Estas muestras son tomadas en forma aleatoria y siguiendo la norma NTC 3318.

#### ➤ **Características Físicas de Materiales.**

Los certificados de calidad estudiados en este espacio corresponden a dos insumos del producto: Arena Gruesa y Gravas de 3/4” y 3/8” de pulgada.

Como se muestra en el anexo # 27, (arena gruesa), la revisión se basa en el chequeo de la Descripción, Planta, Mina, Fecha de ensayo y Observaciones del material, junto con las Firmas de los responsables en laboratorio.

#### ➤ **Certificados de Calibración de Equipos.**

Los equipos aquí contemplados se refieren a la Máquina a Compresión, el Transductor de Fuerza, las Balanzas, el Estuche con Pesas y las Pesas.

De forma general la revisión de los certificados de calibración de estos equipos establece observar que se encuentren en orden aspectos tales como el Laboratorio, el Solicitante, el Instrumento a calibrar, el Modelo, el Rango de medición, la Fecha de calibración, el Periodo de validez, el Patrón de calibración, las Observaciones y las Firmas de los directos responsables de la calibración en el laboratorio.

El periodo de validez de esta calibración depende en cada caso del tipo de máquina de ensayo, de las normas de mantenimiento, de la frecuencia del uso y de los cambios de ubicación del equipo.

En el anexo # 28 es posible detallar un certificado de calibración para una Máquina a Compresión de la empresa Cemex de Colombia.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

## ❖ **ACERO**

El proveedor de aceros del proyecto es Ferretería Aldia, con un suministro constante y representativo de este material en las marcas Aceros Diaco, Siderurgica Nacional Sideral S.A. y Acerías Paz del Río S.A., de acuerdo a las presentaciones en barras corrugadas, alambión y malla electrosoldada.

En el mismo momento en que cada pedido de acero llega a obra, se realiza una supervisión visual del material a recibir, con el fin de certificar que él concuerda por demarcación de elementos, con las especificaciones técnicas y de calidad estipuladas tanto por la normatividad Colombiana de diseño y construcción sismo-resistente, como por la normatividad Icontec.

En el anexo # 29 se ofrece un ejemplo de la identificación visual de aceros marca Sideral.

A su vez, con el mismo pedido, se adjuntan los reportes de calidad correspondientes a los diferentes tipos de acero de cada marca enviada a obra, para a través de ellos examinar su consistencia en lo concerniente a producto, marca, fecha, cliente, colada, referencia, diámetro de refuerzo longitudinal, diámetro de refuerzo transversal (en el caso de mallas), descripción de composición química, propiedades mecánicas y dimensiones del material.

Una vez concluido el reconocimiento de todo el material recibido, se almacenan en el plan de calidad de la obra los certificados de calidad referentes a las clases de acero finalmente aceptadas para la construcción del proyecto.

Una idea de este tipo de certificado se puede ilustrar con el anexo # 30.

## ❖ **LABORATORIO CONCRETO Y ACERO**

En cuanto a las pruebas de muestras de aceros y concretos se estableció un convenio de ensayos con los laboratorios de la Universidad Pontificia Bolivariana y de la empresa Conereservicios.

Cada uno de los laboratorios utilizados con este objetivo facilitó a la obra los certificados de calibración de los diferentes equipos a utilizar por ellos en la prestación del servicio, pero de forma especial se atendieron los referentes a la máquina universal de ensayos a tensión (en aceros) y a compresión (en concretos), por ser la más representativa en esta labor de ensayos de probetas.

En general, la verificación de estos reportes se precisó siguiendo el procedimiento explicado anteriormente para el estudio de los Certificados de Calibración de Equipos de la empresa Cemex de Colombia, por referirse a instrumentos de naturaleza similar.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

#### **4.7. DOCUMENTOS LEGALES**

El esquema legal del proyecto Sotomayor Conjunto Residencial se encuentra definido en el Plan de Calidad de la obra a través de cuatro documentos esenciales que son:

1. Licencia de Construcción.
2. Resolución de CDMB del Documento de Seguimiento y Control Ambiental.
3. Registros de Disponibilidad de Servicios Públicos. (Disponibilidad Eléctrica, Acueducto, Alcantarillado, Gas Natural y Teléfonos).
4. Resolución Licencia de Construcción.

Los anteriores documentos tras ser verificados en cuanto a vigencia y coherencia en información, se adjuntan al Plan de Calidad del proyecto.

Es válido resaltar que un proyecto con calidad no permite el inicio de labores constructivas hasta tanto no presente en orden la totalidad de los documentos mencionados en este literal.

#### **4.8. ANEXOS PLAN CALIDAD DE SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL**

La conformación integral del Plan de Calidad del proyecto Sotomayor Conjunto Residencial requirió en su momento la creación de las divisiones cuarta a décima tercera, contempladas en la guía “Organización de Archivos en Obras” de la empresa URBANAS S.A. (anexo # 1).

El proceso a seguir en este requerimiento consiste en verificar y archivar en obra, una copia de los informes generados en la definición del proyecto como lo son el Anexo Plan de manejo ambiental, el Estudio geotécnico, las Memorias de cálculo de diseño de los sistemas de Acueducto, Alcantarillado, Estructural, Eléctrico y de Gas, el Presupuesto de obra, el Informe de análisis unitarios y la Explosión de materiales.

#### **4.9. CUMPLIMIENTO AL PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD**

Con una frecuencia quincenal se realiza en el campamento de la obra una reunión entre los cargos administrativos de los departamentos de Construcciones e Interventoría del proyecto con el fin de evaluar los aspectos más influyentes en el avance de obra reciente y futura.

Cada reunión está basada en un Acta de Comité de Obra, que se elabora en forma previa a la fecha del encuentro, con la información última del proyecto, y que permite igualmente consignar las observaciones y conclusiones resultantes del debate.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Los temas a tratar en cada reunión están definidos por el formato de calidad que comprende dicha acta, tal y como se enuncian a continuación:

1. Avance de Obra y Control de Personal. (Fecha de Inicio y de Terminación del proyecto, Días de atraso o adelanto a la fecha en la programación prevista, Personal requerido).
2. Recorrido de Obra.
3. Recursos. (Contratos, Materiales y Equipos de Construcción)
4. Diseños. (Estado y Modificaciones de Diseños)
5. Licitaciones.
6. Informe y Análisis de los Productos No Conformes.
7. Informe de Cumplimiento al Programa de Control de Calidad.
8. Asuntos varios.

El Auxiliar de Calidad en Obra es el encargado de elaborar los informes mencionados en los numerales 6 y 7 del acta.

A manera de ejemplo se enseña en el anexo # 31, el Informe de Cumplimiento al Programa de Control de Calidad del Acta de Comité de Obra N° 011 del Lunes 22 de Diciembre de 2008.

El Informe y Análisis de los Productos No Conformes, será tratado en el literal "4.13.1. CONTROL DEL PRODUCTO NO CONFORME", del proyecto de grado.

#### **4.10. MOVIMIENTO DE TIERRAS**

El movimiento de tierras en un proyecto constructivo es entendido como un proceso primordial, dada su gran importancia en la consecución de las labores generales de obra.

Es por esto que se hace necesario supervisar el cumplimiento constante de los parámetros técnicos y de calidad estipulados por la empresa en este sentido, con el fin de llevar el proceso a buen término.

Por definición de cargos y responsabilidades de la empresa URBANAS S.A., el proceso de movimiento de tierras en un proyecto se encuentra custodiado en todo momento por los profesionales de obra implicados, pero específicamente el control de su ejecución está a cargo del Auxiliar de Patios del proyecto.

Sin embargo, en el caso de Sotomayor Conjunto Residencial, dada la no designación de dicho cargo administrativo para el proyecto, el Auxiliar de Calidad en Obra ocupó a su vez este lugar con el fin de dar continuidad al avance de obra programado.

El manejo de este proceso en obra se mantuvo dentro de una adecuada señalización vial y peatonal, antes, durante y después de la ejecución del proceso, respetando los espacios designados por la dirección de tránsito para cargue del material, parqueo de volquetas e instalación de señales de tránsito en la zona, con

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

el fin de minimizar en lo posible los riesgos de accidentalidad tanto en vehículos como en transeúntes; procurando así mantener el flujo normal de circulación en el entorno del proyecto y primando ante todo la seguridad demandada por el personal de obra requerido en la labor.

Este proceso era iniciado con el ingreso de las volquetas a obra tras ser autorizadas por cumplir con la normatividad en los datos del vehículo (placa y clase) y en la vigencia de su certificado de revisión técnico mecánica y de gases (fechas de expedición y vencimiento), aprobado previamente por los ministerios de transporte, medio ambiente, vivienda y desarrollo territorial, a través del centro de diagnóstico automotor autorizado por estos entes.

El material manipulado durante el proceso fué definido en tres tipos: material de relleno, material orgánico (descapote) y material de escombros (demolición de estructura existente).

Debido a que el suelo útil encontrado en la zona del proyecto presentaba muy buenas características para establecer rellenos en procesos constructivos y acabados arquitectónicos en el caso del material orgánico, se recibieron solicitudes por parte de otras constructoras y entidades oficiales para adquirir este material.

El procedimiento de traslado y recepción era validado tras recibir en forma escrita la petición en la cual la entidad solicitante se responsabilizaba legalmente del manejo ambiental del material, tras contar con el permiso de las entidades ambientales respectivas. En esta carta era detallado también el volumen de material necesitado y las características del transporte a utilizar, así como el convenio sin intereses económicos de por medio; lo cual le representó a la obra un gran ahorro en los costos por disposición de escombrera.

Para el movimiento de tierras del proyecto el contratista del proceso dispuso en concordancia con la obra, el traslado de material hasta los diferentes centros de destino a través de un manejo promedio por día de 17 volquetas de 7 y 8 m<sup>3</sup> de capacidad, para un aproximado total diario de 70 viajes de material.

La secuencia de la actividad por cuestiones ambientales y de costos se controló por parte de la obra a través de un listado diario de placas de los vehículos autorizados, un vale de disposición de escombros de la empresa, un formato interno en el que se consignaba la información contenida en cada vale (Obra, Botadero, Vale #, Fecha, Placa, Transportador, Material, Cantidad, Hora de salida, Recibido y Valor) y una copia del formato de control de escombros diario del contratista.

Este vale era diligenciado por el personal de obra encargado y enviado con el conductor del vehículo al sitio de disposición final del material.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

En el caso de la escombrera ambientalmente autorizada para URBANAS S.A., “El Parque S.A.”, cada vale representaba la base para la facturación a obra por este servicio.

El procedimiento de cobro consistía en devolver a obra los vales recibidos por el botadero, referentes a la factura adjunta que se enviaba con la descripción de los datos de vehículos, el cubicaje total del material recibido y la tarifa a cancelar hasta la fecha de corte estipulada.

Una vez corroborada y ajustada la facturación por parte del Auxiliar de Calidad, ésta era entregada al Administrador de la Obra para proceder a hacer el acta de pago por dicho concepto.

El proceso de movimiento de tierras fué seguido en todo momento por el Interventor Ambiental de la empresa URBANAS S.A., quien era el encargado de liderar en general esta parte del proyecto con el apoyo del Auxiliar de Calidad en Obra.

Entre las diferentes actividades ejecutadas a nivel ambiental se pueden citar como las más sobresalientes, los recorridos de obra, la creación de actas de vecindad, la planeación para el manejo y disposición de los diferentes materiales dentro y fuera de la obra, implementación de señalización industrial, los controles de higiene personal y de obra, y los informes bimensuales a presentar ante las entidades ambientales respectivas.

A nivel técnico es necesario resaltar que las características del suelo encontrado en la zona de la edificación permitió conformar en el movimiento de tierras taludes de corte de  $1/4 H : 1 V$ , para los cuatro costados del proyecto (norte, sur, este y oeste).

#### **4.11. SEGURIDAD INDUSTRIAL**

Promover en obra el Plan de Seguridad Industrial contemplado por la empresa URBANAS S.A. para la ejecución del proyecto Sotomayor Conjunto Residencial requiere estimar 5 herramientas específicas a utilizar en el control del tema.

Estas son:

- Política de Salud Ocupacional de URBANAS S.A.
- Control de Asistencia de Personal.
- Entrega de Elementos de Protección Personal.
- Control de Asistencia a Programas de Formación Continua.
- Seguridad Social.

Aunque el tema de seguridad del proyecto se encuentra específicamente a cargo del Inspector de Seguridad de Obra, es claro resaltar que la importancia de este concepto requiere la cooperación constante de todos los implicados en el ejercicio

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

diario de las actividades de obra, con el fin de garantizar el cumplimiento de las medidas adoptadas en este sentido para el beneficio común del proyecto.

A continuación se establece una breve descripción de los 5 aspectos antes mencionados.

#### **4.11.1. Política de salud ocupacional de URBANAS S.A.**

El programa de salud ocupacional de la empresa URBANAS S.A. contiene una descripción de los principales elementos que conforman sus sistemas de seguridad industrial, salud ocupacional y medio ambiente, a partir de los lineamientos generales de gestión de la calidad que promueven una cultura sostenible en tales áreas, tanto en la empresa como en la obra.

La salud ocupacional actualmente representa una de las bases de gestión más importantes en el mejoramiento de la calidad de vida, la productividad y la competitividad de las empresas, al compaginarla con los planes de calidad, la optimización de procesos y ambientes de trabajo, la capacitación y desarrollo del recurso humano, y la reducción de los costos operacionales.

Dicho principio demanda en obra la identificación de los peligros y la definición de las medidas de prevención y control a tomar sobre ella, de acuerdo a sus necesidades y tipos de riesgo propio.

Por tal objeto, la obra cuenta con herramientas ajustadas que consisten en la actualización y diligenciamiento de formatos y documentos pertenecientes al plan de calidad respectivos, los recorridos de obra, las charlas ambientales, de higiene y seguridad industrial, la implementación de elementos de primera necesidad (elementos de protección personal, botiquín, extintores y baños) y la supervisión constante del personal en obra referente a contratistas, proveedores, clientes y administración.

En el anexo # 32 se puede consultar la Política de Salud Ocupacional de la empresa URBANAS S.A.

#### **4.11.2. Control de asistencia de personal**

El proyecto ha contado hasta el momento con diferentes tipos de contratistas y proveedores en las labores de topografía, actividades preliminares, demolición de estructura, movimiento de tierras, rellenos, construcción de estructura, impermeabilización de muros de contención, instalación de redes y administración. Dada la cantidad de personal a supervisar diariamente, se hace necesario llevar un control de asistencia de la mano de obra utilizada en los procesos mencionados, por medio del formato "Control de Asistencia de Personal" y de un carnet personal e intransferible.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

La elaboración del carnet se realiza en obra por el inspector de seguridad industrial con la identificación propia del trabajador y con los datos de seguridad social (eps, riesgos profesionales y pensiones), tras ser confirmada.

Dicha información especifica nombre de la obra, contratista al que sirve, nombres y apellidos del trabajador, número cédula de ciudadanía, cargo en obra, entidades prestadoras del servicio de seguridad social, fecha de ingreso y periodo de validez del carnet, junto con la fotografía respectiva del trabajador.

Por otra parte, se establece para cada contratista y por cada mes de servicios, el formato "Control de Asistencia de Personal", con la información pertinente a sus trabajadores, tal y como se esquematiza a manera de ejemplo en el anexo # 33, para las labores de Demolición de estructura existente y Actividades preliminares del proyecto, en el mes de julio de 2008.

Este control de asistencia representa a su vez la base para generación de los pagos integrales por concepto de seguridad social de los trabajadores requeridos en el mes, por parte de la obra.

#### **4.11.3. Entrega de elementos de protección personal**

Los elementos de protección personal son el fundamento clave para garantizar la salud y seguridad de los trabajadores, así como el ejercicio adecuado de las diferentes actividades constructivas en una obra.

Estos implementos son entregados a cada trabajador dependiendo de su función específica a realizar, con una charla previa sobre su uso adecuado y diligenciando al tiempo el formato de "Entrega de Elementos de Protección Personal", establecido en forma independiente por cada contratista del proyecto, como se detalla en el anexo # 34, para la actividad de Demolición de la estructura existente en el mes de Julio de 2008.

En el momento del retiro de un trabajador o dada la terminación total de la labor encomendada, deben ser devueltos al almacén de la obra los implementos que le fueron suministrados con tal fin.

#### **4.11.4. Control de asistencia a programas de formación continua**

Al comienzo de cualquier actividad en obra se debe ofrecer por parte de los encargados de la seguridad industrial del proyecto, una inducción en el tema propio y en el esquema general de desarrollo de la obra, con el fin de aterrizar a los nuevos trabajadores en la normatividad adoptada por la constructora.

En forma adicional, se coordina con las Administradoras de Riesgos Profesionales y las Entidades Promotoras de Salud, capacitaciones para el personal de obra en los temas de salud, seguridad e higiene, de acuerdo a las actividades propias a ejecutar por ellos.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

En el anexo # 35 se puede consultar el formato “Control de Asistencia a Programas de Formación Continua”, tramitado el 16 de Julio de 2008 como soporte de la charla ofrecida por el Jefe de Seguridad Industrial de URBANAS S.A. en presencia del Auxiliar de Calidad, para el inicio de labores generales de obra.

#### **4.11.5. Seguridad social**

Basado en el formato de control de asistencia anteriormente explicado se generan los pagos integrales mensuales por concepto de seguridad social de la mano de obra del proyecto, a través de la matriz de aportes y parafiscales creada por la empresa para referenciar únicamente sus obligaciones en este campo.

Los aportes de seguridad social corresponden a los aspectos de salud, riesgos profesionales y pensión, mientras los parafiscales se encuentran comprendidos por la caja de compensación familiar, el instituto colombiano de bienestar familiar, y el sena; no se incluye al FIC.

Este último no es contado directamente dentro de los aportes y parafiscales, sino en una planilla independiente, y aplica a todo trabajador exceptuando topógrafos y jardineros.

El proceso de facturación generado para cada contratista del proyecto se encuentra a cargo del administrador de obra, y está ceñido a los parámetros estimados por el Sistema de la Protección Social y la Planilla Integrada de Autoliquidación de Aportes.

Un ejemplo del manejo de la “Matriz de Aportes y Parafiscales de Seguridad Social” se establece en el anexo # 36, para el contratista de Demolición y Actividades Varias en el mes de Julio de 2008, junto con una breve descripción del procedimiento a seguir según parámetros del Manual de Construcciones y del Instructivo para Pago a Contratistas de la empresa URBANAS S.A.

#### **4.12. CONTROL DE EJECUCIÓN DE OBRA**

En el control de ejecución de obra de un proyecto constructivo se encuentra la clave para garantizar el avance de obra dentro de los parámetros técnicos, de calidad y de programación, definidos por la empresa.

El control de ejecución de obra del proyecto en estudio puede ser dividido en dos partes puntuales teniendo en cuenta la existencia o no de un formato de calidad preestablecido que permita su seguimiento.

La primera parte corresponde a las actividades preliminares de obra para la cual no se cuenta con un formato de control de labores, y la segunda se refiere a todos los procesos constructivos y de urbanismo definidos en el plan de calidad del proyecto, que se basan en el formato denominado “Control de Ejecución y Recibo de Obra”, definido propiamente para cada actividad.

A continuación se enfatizan los dos tipos de modalidad utilizados en el manejo de la ejecución de obra del proyecto en cuestión.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

#### **4.12.1. Control y ejecución de obra (actividades preliminares)**

Debido a la necesidad de llevar un control sobre los rendimientos de avance de obra y pagos de personal, según cuadrillas de trabajo y tipo de contrato, se realiza el seguimiento de labores diarias mediante un formato propio de obra con detalles de fecha, actividad, # oficiales, # ayudantes, observaciones y firma de quien realiza el seguimiento y certifica la información registrada.

Este formato fue mantenido desde el 14 de Julio hasta el 14 de Septiembre de 2008.

En cuanto a los tipos de contrato, la empresa los define en dos clases:

- Todo Costo: Incluye personal, materiales y equipos.
- Mano de Obra: Estima solo personal.

Dado que la obra no contó en dicho momento con el cargo administrativo definido para esta labor “Residente Auxiliar de Obra”, se hizo necesario asumir tal función por parte del Auxiliar de Calidad en Obra, para así dar continuidad al avance del proyecto.

En el anexo # 37 se consigna el formato correspondiente al inicio de labores en el mes de Julio de 2008, para el contratista de las actividades preliminares.

En un formato adicional similar se controlan las horas extras de los oficiales y ayudantes utilizados en las labores de relleno, tal y como se muestra en el anexo # 38, para el mes de Agosto de 2008.

#### **4.12.2. Control y ejecución de obra (construcción y urbanismo)**

El control de ejecución de obra definido para los diferentes procesos de construcción y urbanismo del proyecto Sotomayor Conjunto Residencial está sujeto a formatos de calidad específicos que guían la consecución de actividades para llevar a buen término cada uno de los procesos implícitos en el avance general de la obra.

Es por esto que dichos formatos requieren de una periódica actualización, explicación y distribución, por parte de la división de calidad de la empresa y de la obra, dada la gran importancia que demandan frente a la concepción del proyecto como tal.

El Auxiliar de Calidad en Obra es el encargado de verificar el diligenciamiento de los formatos “Control de Ejecución y Recibo de Obra” propios del proyecto, por parte de los directos responsables de la aplicación y seguimiento de los varios procesos. A su vez está en la capacidad de brindar supervisión y apoyo directo a las diversas actividades del proyecto en este sentido, desde una perspectiva técnica, de calidad y de control de costos.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Durante el tiempo de duración de la práctica empresarial, los formatos supervisados correspondieron a los procesos: Zapatas, Cimentación, Columnas (Pantallas), Placas, Muros de Contención, Escaleras, e Instalaciones Eléctricas y de Telecomunicaciones, por ser estos inherentes al avance natural de la obra.

A manera de ejemplo se enseña en el anexo # 39, el manejo adecuado del formato "Control de Ejecución y Recibo de Obra" para el proceso constructivo "Muro de Contención", localizado en los ejes A (14 - 20) del segundo sótano de la torre B del proyecto.

#### **4.13. PROCESO DE MEDICIÓN Y MEJORA**

El proceso de medición y mejora tiene como objetivo diseñar y aplicar un mecanismo de seguimiento y control a los diferentes procesos implicados en el proyecto, de acuerdo al Sistema de Gestión de Calidad adoptado por la empresa URBANAS S.A.

El proceso se basa en el CICLO P-H-V-A, que establece criterios sobre el Planear, Hacer, Verificar y Actuar, como medida de aplicación y retroalimentación en el ejercicio general de la empresa.

Con miras a enfocar este concepto en las actividades pertinentes de obra se establece el uso de dos herramientas básicas de supervisión como lo son: el Control del Producto No Conforme y el Control de las Acciones Correctivas y Preventivas, enfocados ambos a procedimientos, equipos, materiales, contratistas y proveedores del proyecto, con el objetivo de cumplir eficazmente con las especificaciones determinadas para cada componente del producto final a entregar al cliente.

Se ofrece a continuación una descripción del contenido y manejo de las herramientas ya mencionadas, por parte del Auxiliar de Calidad del proyecto Sotomayor Conjunto Residencial.

##### **4.13.1. Control del producto no conforme**

El objetivo principal definido por la misma empresa para este instrumento de control busca establecer las acciones a seguir para dar tratamiento al Producto No Conforme generado dentro del Sistema de Gestión de Calidad de la organización, que aplica a todos los procesos y proyectos ejecutados por URBANAS S.A.

El cumplimiento de este propósito requiere hacer referencia a dos instrumentos claves en la consecución de tal objetivo, que son:

- Instructivo "Procedimiento Control del Producto No Conforme".
- Formato Producto No Conforme en Obra (PNC).

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Un Producto No Conforme puede ser establecido por 5 causas esenciales:

- Medición
- Método
- Mano de Obra
- Maquinaria
- Material

En el caso específico de la obra en estudio, fueron tramitados a la fecha, 6 productos no conformes: 3 referentes a aceros y otros 3 por incumplimiento en densidades de rellenos.

Una muestra del trámite que conlleva un Formato Producto No Conforme en Obra se encuentra definido en el **anexo # 41**, para la actividad de Relleno en la fecha 01 de Diciembre de 2008. El instructivo puede ser consultado en el **anexo # 40** del presente informe del proyecto de grado.

#### **4.13.2. Control de las acciones correctivas y preventivas**

El planteamiento del objetivo principal de la empresa al adoptar un mecanismo de control frente a las Acciones Correctivas y Preventivas que se puedan generar en la organización, establece la eliminación de las causas de las no conformidades reales o potenciales presentadas en todos los procesos del Sistema de Gestión de Calidad de URBANAS S.A.

Con esto en mente, la empresa ha optado por crear y aplicar dos herramientas que permitan plasmar tal propósito; estos son:

- Instructivo “Procedimiento de Acciones Correctivas y Preventivas”.
- Formato Acciones Correctivas y Preventivas.

Las acciones correctivas y preventivas pueden ser creadas por las mismas 5 causas planteadas para la institución de un producto no conforme.

El formato de calidad mencionado tiene la particularidad de ser tramitado y evaluado directamente en el software de la empresa, para el tipo de acciones enunciadas.

El esquema del formato denominado “Detalle de Solicitud”, es el mismo para ambos tipos de acciones, y se encuentra definido en 6 pasos consecutivos a seguir para dar tratamiento adecuado al tipo de acción a aplicar.

Una vez cerradas las solicitudes pendientes por parte de los directos responsables de las acciones impuestas, se archiva en obra una copia física de cada una de ellas, tras ser verificadas y firmadas por el Auxiliar de calidad en Obra.

En los anexos # 43 y # 44, se enseñan respectivamente una Acción Correctiva y una Acción Preventiva, generadas para el mejoramiento del proyecto constructivo en estudio. El instructivo puede ser consultado en el anexo # 42.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

## 5. APOORTE DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL

El sector de la construcción ha atravesado por diversas etapas durante su historia tras perseguir su continua evolución como consecuencia de un crecimiento demográfico que propende por la optimización de recursos y por mejoras constantes en materia de funcionalidad, seguridad, estética y economía en los proyectos civiles.

El desarrollo tecnológico al que ha conllevado este requerimiento ha implicado la normatización y estandarización de los procesos constructivos, al regirlos por esquemas internacionales enfocados a controlar y garantizar la calidad de procedimientos y productos, pues de esta forma se asegura una variación mínima en el resultado final entregado, ajustado a las necesidades específicas designadas por el cliente.

En materia de ingeniería estructural, este proceso evolutivo ha trascendido hasta incursionar en nuevas alternativas constructivas y de mercado, en las cuales el acero entra a ser un complemento fundamental en el desarrollo de edificaciones.

Es por esto que se inicia en Colombia la aplicación del sistema Steel Deck como un nuevo concepto en placas de entrepiso, conformado por una lámina de acero y una losa de concreto que actúan en forma monolítica, permitiendo obtener una combinación ágil, limpia y versátil.

El uso de este sistema permite aumentar los rendimientos en obra al generar una reducción importante en los tiempos de construcción y una disminución sustancial en el desperdicio de materiales adicionales como madera, formaletas y puntillas, entre otros.

Por otra parte, frente al uso del concreto como parte del sistema, se resalta el control de su desperdicio hasta un punto mínimo, permitiendo por ende definir siempre costos finales por metro cuadrado de losa, inferiores a los arrojados por comparación con sistemas tradicionales.

Es pertinente aquí mencionar que un gran aumento de las ventajas expuestas por el sistema en cuestión se incrementa al utilizar en conjunto con él, perfiles en acero estructural a manera de viguetas de soporte, pues estos constituyen una alternativa de construcción que brinda rapidez, economía, versatilidad, e innovación, conjugando la estética con la tecnología, lo cual permite a ingenieros, arquitectos y diseñadores, emplearlos en diversos proyectos de esta índole.

Partiendo de la concepción anterior, se contempló como aporte la práctica empresarial, el presente manual de consulta, cuyo contenido expone principalmente las actividades constructivas estándar a seguir al momento de ejecutar el procedimiento pertinente en la conformación de una losa de entrepiso bajo el sistema “Steel Deck”, de acuerdo a los esquemas ingenieriles y de mercado vigentes.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Este manual tiene como finalidad brindar una herramienta de control eficiente a nivel técnico, de calidad y de seguridad del proceso, en los próximos proyectos en los que la empresa contemple aplicar nuevamente dicho sistema constructivo; incrementándose por ende, la productividad y optimización del proceso al disminuir la incidencia en errores que se traduzcan en costos de reposición de materiales, tiempos de ejecución de obra e insatisfacción de clientes.

Si bien en la definición inicial del aporte, el manual fué precisado con un carácter netamente constructivo y enfocado tan solo al sistema de placa en Steel Deck, su esquematización integral requirió finalmente abarcar en forma relativamente somera, aspectos adicionales tales como criterios de diseño, parámetros de calidad y la conceptualización de perfil estructural en acero.

Cabe aclarar que lo anteriormente expresado en ningún momento cambia la esencia inicial estipulada para el presente manual en cuanto a su objetivo principal como guía constructiva, pues en él no se enfatiza en la totalidad de los parámetros requeridos por diseño; estos últimos tan solo se relacionan aquí con el fin de ilustrar y ambientar al lector de una mejor manera con el proceso constructivo del sistema de losa de entrepiso en Steel Deck.

Aunque el manual que se enseña a continuación se encuentra basado en diversa información nacional e internacional al respecto, debe reconocerse aquí su gran soporte en las especificaciones y recomendaciones dadas en la documentación proporcionada por el fabricante ACESCO, debido a que esta empresa se caracteriza por ser ampliamente reconocida en el mercado por los criterios acertados que maneja en cuanto a fabricación e instalación de los productos en estudio (láminas y perfiles estructurales en acero), sin dejar de lado claro esta, que los materiales de tal marca fueron precisamente los utilizados en la construcción de las losas de parqueaderos del proyecto Sotomayor Conjunto Residencial de la empresa URBANAS S.A.

En caso de requerirse información con mayor profundidad a la suministrada por el presente manual en cuanto a parámetros de diseño o referente a otros tipos de aplicación del sistema Steel Deck o de perfiles estructurales en acero, se aconseja consultar respectivamente el “Manual Técnico Metaldeck” y/o el “Manual de Diseño de Perfiles Estructurales en Acero de Lámina Delgada Grado 50”, del fabricante Acesco.

En forma adicional, es posible contar con el software Arquimet patentado por la misma empresa como instrumento de diseño y consulta de sus productos frente a diversas aplicaciones estructurales.

Dada la gran influencia en este manual de los criterios de diseño e instalación definidos por el fabricante ACESCO, vale la pena advertir que el presente manual se encuentra prácticamente sujeto al comportamiento propio de los elementos estructurales de este productor, lo cual implica que su utilización sobre productos

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

similares de otras compañías fabricantes pueda producir resultados erróneos en los cálculos de diseño; por lo tanto, no es recomendable su uso en tal caso.

El presente manual está dirigido a ingenieros civiles, arquitectos, constructores, interventores, consultores, supervisores técnicos, estudiantes de ingeniería y arquitectura, inspectores, laboratoristas, y en general, a toda persona o entidad que esté relacionada con el sistema de losa en Steel Deck y la perfilera estructural en acero de lámina delgada.

Existe una gran variedad de usos del sistema Steel Deck diferentes a la losa en construcción compuesta con concreto. En estos casos los análisis y fórmulas presentadas aquí, pueden no ser válidas y aparecen nuevos criterios de diseño que deben ser considerados de manera adicional a lo que se describe en este manual. Por tanto se recomienda la revisión de la literatura existente, la consideración de condiciones especiales en el diseño y la realización de un programa experimental para estudiar los aspectos particulares referentes a la utilización especial que se desee dar a las láminas colaborantes.

El diseño estructural de losas basado tanto en la aplicación del sistema Steel Deck como en la de los Perfiles en acero que soportan al sistema, deberá ser realizado por un Ingeniero Civil o Estructural idóneo debidamente acreditado con matrícula profesional, y con el soporte técnico del proveedor como asesoría en el manejo adecuado de estos productos.

La información presentada en este manual ha sido preparada de acuerdo con principios de ingeniería reconocidos. Ninguna de las indicaciones y recomendaciones dadas en este manual debe ser utilizada sin el previo estudio cuidadoso por parte de un Ingeniero Civil o Estructural con matrícula profesional, quien debe ser competente para evaluar el significado y las limitaciones del material presentado. Este ingeniero es quien acepta la responsabilidad de aplicar los productos al diseño de un caso específico.

Aspectos como la precisión, completitud o conveniencia de aplicar dicha información a un caso particular o a otros debe estudiarse de forma específica.

Por lo tanto, las recomendaciones emitidas por el presente manual, así como su mala e indebida utilización, no comprometen de manera alguna a su creador ni a sus fuentes, con alguna persona o entidad; es decir que, ninguno de los participantes en la elaboración del presente manual podrá ser demandado por cualquier queja, demanda, injuria, pérdida o gastos, que de cualquier manera surjan o estén relacionados con la utilización de la información aquí presentada, aún en el caso que dicho evento resulte directa o indirectamente por cualquier acción, error u omisión de cualquiera de los participantes o fuentes de este manual.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

**MANUAL CONSTRUCTIVO**  
**SISTEMA DE LOSA DE ENTREPISO EN LÁMINA COLABORANTE**  
**STEEL DECK**

**5.1. GENERALIDADES DEL SISTEMA DE LOSA EN “STEEL DECK”**

El sistema de losa en lámina colaborante aprovecha las características de una lámina en acero preformada (Steel Deck) sobre la cual se hace el vaciado en concreto.

El comportamiento combinado entre el concreto, una vez que este ha alcanzado su resistencia máxima, y el tablero en acero, permite obtener un sistema de losa estructural práctico para todo tipo de edificaciones.

Se impone ante los sistemas tradicionales por aspectos como su rápida instalación en obra, gran resistencia, limpieza, bajo peso y economía.

El sistema es diseñado acorde con las especificaciones para Composite Steel Floor Deck (Tablero de piso en acero para comportamiento compuesto) emitidas por el SDI (Steel Deck Institute).

Esta guía se divide en tres partes principales:

- **Descripción del Sistema:** En esta parte se trata de manera general el funcionamiento del mismo, las bases teóricas principales para el diseño, aspectos técnicos a tener en cuenta durante la construcción y otras consideraciones de tipo general.
- **Aspectos de Diseños:** Aquí se establecen de manera general los aspectos más sobresalientes de la metodología de diseño con la idea de aterrizar el concepto constructivo.
- **Aspectos Constructivos:** Incluye todo el proceso constructivo, desde transporte a la obra pasando por almacenamiento, instalación, anclajes, vaciado de concreto y en general todos los aspectos relacionados con la construcción.

El sistema de losa en Steel Deck ofrece ventajas significativas con respecto a otros sistemas de entrepiso tradicionales, entre las cuales se resaltan las siguientes:

- **Funcionalidad:** Se acomoda a multitud de aplicaciones prácticas y a muchas situaciones diferentes de entrepiso en edificaciones.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

- **Resistencia Estructural con Peso:** Las propiedades del acero son utilizadas con una máxima eficiencia en el diseño y la fabricación de tal sistema, resultando un producto de alta resistencia con relación a su peso. Por consiguiente los costos de transporte y montaje de la estructura principal pueden ser menores a los de otros sistemas.
- **Apariencia Atractiva:** Aunque este sistema de losa es principalmente un componente estructural, es visualmente muy atractivo cuando es expuesto en aplicaciones arquitectónicas. Su recubrimiento protector lo hace fácil para su mantenimiento, durable y estéticamente agradable.
- **Construcción en Todos los Climas:** El sistema puede ser instalado en la mayoría de las condiciones climáticas, eliminando los costosos retrasos que pueden presentarse con otros sistemas de entrepiso.
- **Calidad Uniforme:** Gracias a la ingeniería involucrada y a las técnicas de producción de mejora continua, los productos del sistema cumplen con los estándares de calidad especificados en las normas internacionales (SDI, Steel Deck Institute).
- **Durabilidad Garantizada:** El sistema ha sido instalado por más de medio siglo en múltiples países con un comportamiento satisfactorio, lo cual es garantía de su durabilidad.
- **Economía y Valor Agregado:** El sistema combina bajos costos con óptimo comportamiento. El valor agregado se determina combinando los costos iniciales, los costos por vida útil y los asociados al comportamiento. El sistema minimiza el desperdicio de material, requiere en general menor volumen de concreto que otros sistemas y por otro lado permite reducir el peso de la edificación, lo cual naturalmente, se traduce en mayores ahorros de material en el resto de la estructura y a nivel de cimentación.
- **Facilidad Constructiva:** Dentro de los diversos factores constructivos que pueden mencionarse están su bajo peso que facilita su manipulación, óptimo almacenamiento en obra, rapidez de instalación, no requiere mortero de afinado de piso, permite fácilmente la instalación de líneas de servicios posterior a la fundida de la losa, lo cual a su vez reduce el tiempo de construcción y mejora la calidad de la obra, no es biodegradable, no contamina a otros materiales, se adapta a cualquier geometría y puede utilizarse tanto en estructuras metálicas como de concreto, o aún sobre muros de mampostería.
- **Doble Función Estructural:** Sirve como plataforma de trabajo y formaleta de piso, a la vez que conforma el refuerzo principal de la losa una vez fragua el concreto. Dentro de las consideraciones especiales del sistema pueden mencionarse su resistencia al fuego con respecto a otros materiales, sus

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

costos directos iniciales, la racionalización del sistema de corte para permitir los pases de instalaciones, las geometrías especiales, el manejo de cielorrasos y algunas precauciones constructivas especiales.

También deben mencionarse los efectos eventuales de retracción de fraguado y por cambios de temperaturas, razón por la cual hay que garantizar un procedimiento constructivo adecuado y unas protecciones especiales a las losas que quedan a la intemperie.

## 5.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA “STEEL DECK”

El sistema de losa en Steel Deck consiste en una lámina de acero preformada, adecuadamente diseñada para soportar el peso del vaciado de una losa de concreto y cargas adicionales debido al proceso constructivo de la misma.

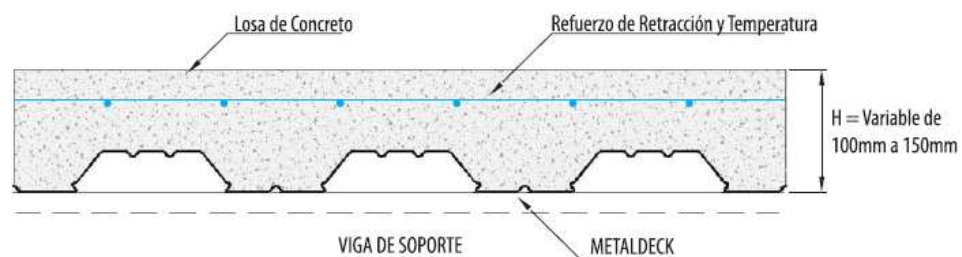
Una vez que el concreto alcanza su resistencia de diseño, la adherencia entre los dos materiales permite constituir lo que se conoce como Composite Steel Floor Deck (Tablero de acero para comportamiento compuesto), logrando así tener un sistema de losa adecuado para todo tipo de edificaciones.

Las láminas preformadas de acero tienen dos funciones principales:

1. **Trabajar como Formaleta:** Para el vaciado de la losa de concreto y cargas adicionales debido al proceso constructivo.
2. **Actuar como Refuerzo Positivo de la Losa una vez el Concreto haya Fraguado:** Esta propiedad de la lámina de actuar como refuerzo de la losa otorga las características de lámina colaborante. El sistema puede utilizarse en edificios donde la estructura principal es de concreto o de acero y debe conectarse adecuadamente a las vigas principales de apoyo para servir de diafragma estructural y para, si así se proyecta, conformar elementos en construcción compuesta con dichas vigas. Adicionalmente puede apoyarse convenientemente sobre muros estructurales en mampostería o concreto.

En la Figura 4 se presenta el esquema transversal general del sistema estructural de entrepiso en Steel Deck.

Figura 4. Esquema Transversal General del Sistema Metaldeck.



\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

### 5.2.1. Características de la lámina en acero Metaldeck

El acero utilizado es de tipo Laminado en Frío (Cold Rolled) y Galvanizado, con un comportamiento esencialmente elasto-plástico, con esfuerzo de fluencia mínimo nominal igual a 275 MPa (40 ksi) y con un módulo de elasticidad igual a 203,000 MPa (29,500 ksi). El acero debe cumplir con la sección A3 de la última edición del American Iron and Steel Institute NAS2004 (referencia 4), Specification for the Design of Cold Formed Steel Structural Members (referencia 3) y estar acorde además, con la norma ASTM A653 SS grado 40.

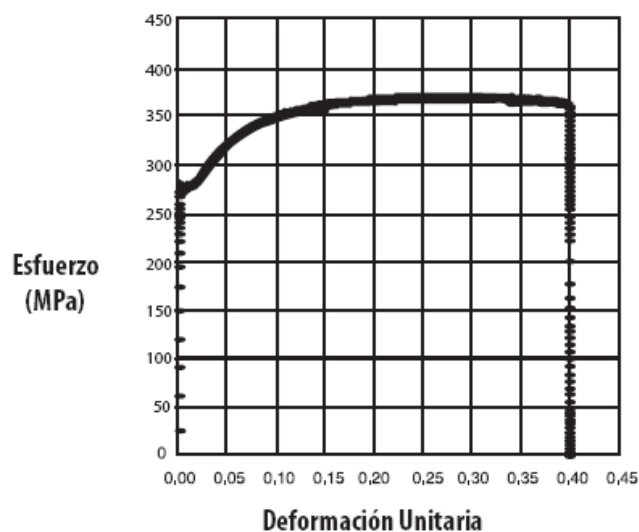
La Figura 5 presenta una curva típica esfuerzo-deformación de una probeta tomada del material y ensayada de acuerdo con la norma ASTM A370.

La tabla 3 resume las características de la lámina de acero utilizada para la fabricación del producto Metaldeck:

Tabla 3. Propiedades de Lámina Galvanizada en Fabricación del Producto Metaldeck.

Propiedades de lámina METALDECK	
Punto de Fluencia mínimo	40ksi (275MPa)
Resistencia última	55ksi (380MPa)
Elongación en 50mm	16%
Recubrimiento en Zinc	G60

Figura 5. Curva Esfuerzo-Deformación Típica del Acero.



\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

El proceso de galvanizado se desarrolla a partir de láminas de acero laminado en frío (Cold Rolled) las cuales se someten a un proceso de inmersión en caliente en un baño de zinc fundido para obtener los recubrimientos deseados, siguiendo los lineamientos de las normas ICONTEC NTC 4011 y ASTM A653.

Las etapas del proceso de galvanizado son las siguientes:

- 1. Desengrase:** Es la primera etapa del proceso de limpieza que se utiliza en la remoción de la capa de aceite y grasa superficial que trae la lamina de acero laminado en frío (Cold Rolled) empacada en rollos, con el objeto de ir eliminando las impurezas que afectan la etapa del galvanizado.  
El desengrasante se prepara haciendo una mezcla en agua de agentes humectantes, surfactantes y tensoactivos los cuales dan poder limpiador a la solución.
- 2. Cepillado:** En esta etapa la lámina es limpiada por acción mecánica de rodillos recubiertos en cerdas los cuales giran y presionan en sentido contrario a la dirección de recorrido de la lámina y su principal función es eliminar toda partícula sólida que se encuentre adherida al material tanto en la cara superior como en la inferior. Cabe anotar que la etapa de Desengrase y Cepillado es doble, es decir, se hace dos veces cada una de ellas para asegurar la limpieza del material, lo que al final garantiza un óptimo galvanizado.
- 3. Decapado:** En esta etapa se elimina el óxido superficial que presenta la lámina. Se usa una solución de ácido en agua para hacer dicha función, después de haber eliminado el aceite y la grasa en las etapas anteriores.  
Es importante mencionar que aunque el sistema está actualmente habilitado, se usan nuevas tecnologías de desengrasantes que cumplen también con esta función. Solo se usa la etapa propia de Decapado cuando las condiciones de oxidación del material así lo ameritan.
- 4. Enjuague:** En esta etapa se aplica agua limpia a presión sobre las dos caras de la lámina para eliminar los residuos que hayan quedado en las etapas anteriores. El objetivo es entregar el material limpio antes de entrar al horno de precalentamiento.
- 5. Secado:** Tras realizar el enjuague, se aplica aire caliente en gran cantidad para eliminar la humedad del material antes de entrar al horno.
- 6. Horno de Precalentamiento y Recocido:** La lámina se precalienta y recoce para conseguir las propiedades deseadas por el cliente y así mismo elevarla a la temperatura del zinc fundido que es de 460 °C, aproximadamente.
- 7. Galvanizado en Caliente:** La lámina es sumergida en la cuba con zinc fundido, el cual se adhiere a los poros de la misma y mediante unas cuchillas especiales se aplica aire en gran cantidad en ambas caras del material hasta conseguir la capa en el espesor deseado.
- 8. Enfriamiento:** Las láminas cambian bruscamente de temperatura al salir del pozo de zincado hacia un chorro de aire que ejerce presión sobre las mismas. Este acelera el secado de la capa de zinc y evita imperfecciones al momento del contacto con el primer rodillo. Cinco colchones de aire bajan su temperatura de salida del tanque hasta unos 60 °C, aproximadamente.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

- 9. Pasivado:** El acero requiere un tratamiento adicional para prevenir la presencia de óxido blanco y dar una mayor resistencia a la corrosión, por esto se emplea una solución pasivante.

### 5.2.2. Espesor de diseño

El espesor de la lámina utilizado en el diseño no debe tener en cuenta el recubrimiento en zinc u otro material para protección o acabado. Este es el espesor del acero base sin ningún tipo de recubrimiento. El recubrimiento en zinc o pintura no incrementa la capacidad estructural y por ende no debe ser tenido en cuenta en el diseño.

### 5.2.3. Espesor mínimo entregado

Debido a que existen tolerancias al momento de solicitar láminas o rollos de acero a cualquier proveedor, es razonable esperar algunas diferencias entre el espesor distribuido de un producto formado en frío y el espesor de diseño.

Las especificaciones del SDI (Steel Deck Institute) permiten una tolerancia negativa en el espesor de un 5%, de allí que el 95% del espesor de diseño puede establecerse como el “espesor mínimo entregado” para la lámina de acero Steel Deck formada en frío. La tabla 4 resume estas especificaciones.

La lámina de acero Steel Deck (Metaldeck) es formada a partir de hojas de acero de 1200 mm de ancho con variación de longitud dependiendo de los rollos con los que se alimenta la máquina, cortándose a la medida por el formato respectivo. Una vez formado el producto, a partir del acero galvanizado, el ancho útil para los elementos resultantes es de 940 mm para Metaldeck de 2” (MD2) y de 870 mm para Metaldeck de 3” (MD3).

Debido a que el tablero metálico llega a ser el refuerzo positivo para la losa, este debe diseñarse para durar toda la vida útil de la estructura. El acabado mínimo para la lámina galvanizada utilizada en la fabricación es definido por la norma ASTM A653 como G60 (Z180).

Las diferentes formas transversales de láminas disponibles se presentan en las figuras 6 y 7, con indicación de las dimensiones típicas nominales.

En las tablas 5 y 6 se describen las especificaciones técnicas de ambos productos, Metaldeck de 2” y Metaldeck de 3”.

La longitud máxima que puede solicitarse es de 11.50 m (11500 mm), debido a las restricciones por transporte.

En el apéndice 1 del “Manual Técnico Metaldeck” se incluyen las propiedades principales de los diferentes tipos de láminas colaborantes Metaldeck disponibles.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Tabla 4. Calibres y Espesores Equivalentes según el SDI (Steel Deck Institute).

Calibre (tipo No.)	Espesor de diseño		Espesor mínimo	
	mm	Pulg.	mm	Pulg.
22	0.75	0.0295	0.720	0.0283
20	0.90	0.0354	0.855	0.0337
18	1.20	0.0472	1.140	0.0449
16	1.50	0.0591	1.425	0.0561

Figura 6. Geometría Metaldeck 2".

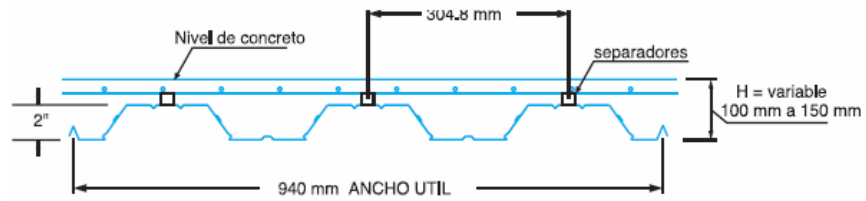


Figura 7. Geometría Metaldeck 3".

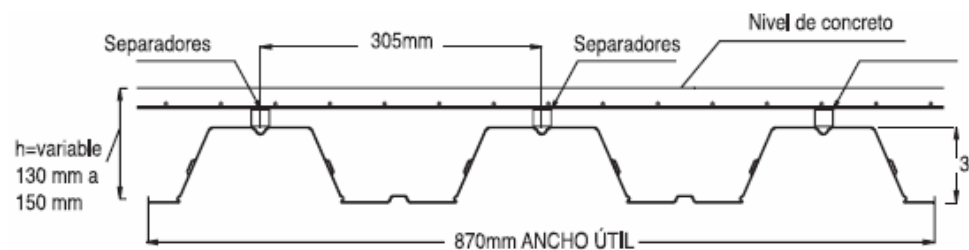


Tabla 5. Ficha Técnica de Especificaciones del Producto Lámina Metaldeck 2".

FICHA TÉCNICA METALDECK 2" (MD 2)										
TABLA ESPECIFICACIONES										
CALIBRE	ESPESOR mm.	PESO Kg/m <sup>2</sup>	ANCHO ÚTIL (cm)	ANCHO TOTAL (cm)	CONSUMO TEÓRICO DE CONCRETO m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>					
					ESPESOR TOTAL DE PLACA "h" mm.					
					100	110	120	130	140	150
16	1,50	15,64	94	96	0,077	0,085	0,095	0,105	0,115	0,125
18	1,20	12,58								
20	0,90	9,46								
22	0,75	7,41								

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Tabla 6. Ficha Técnica de Especificaciones del Producto Lámina Metaldeck 3".

FICHA TÉCNICA METALDECK 3" (MD 3)							
TABLA ESPECIFICACIONES							
CALIBRE	ESPESOR mm.	PESO Kg/m <sup>2</sup>	ANCHO UTIL (cm)	ANCHO TOTAL (cm)	CONSUMO TEÓRICO DE CONCRETO m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>		
					ESPESOR TOTAL DE PLACA "h" mm.		
					130	140	150
16	1,50	18,07	87	89	0.092	0.101	0.111
18	1,20	14,53					
20	0,90	10,92					
22	0,75	8,57					

#### 5.2.4. Tolerancias de fabricación de lámina en acero

Las tolerancias normales y aceptadas en la fabricación de las láminas de acero para el sistema Steel Deck, se resumen en la Tabla 7.

Tabla 7. Tolerancias de Lámina de Acero Metaldeck según Steel Deck Institute Design Manual.

Parámetro de control de la lámina	Tolerancia
Longitud	±12mm
Espesor	≥ 95% del espesor de diseño
Ancho efectivo	-10mm +20mm
Flecha y curvatura	6mm en 3.00m
Borde de la lámina por fuera de la escuadra	10mm por metro de ancho de la lámina.

#### 5.2.5. Funciones de la lámina en acero

La lámina de acero tiene dos funciones principales que son:

1. Durante el proceso constructivo sirve como formaleta permanente o para conformar una plataforma segura de trabajo. Esta elimina la necesidad de armar y remover las formaletas temporales utilizadas en los sistemas tradicionales.

Antes del endurecimiento del concreto fresco, la lámina debe soportar su propio peso más el peso propio del concreto fresco y las cargas adicionales de construcción. Se deben verificar tanto los esfuerzos como las deflexiones máximas encontradas y compararlas con los valores máximos permitidos.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

2. Como componente estructural definitivo conforma el refuerzo positivo de la losa. Una vez que el concreto alcanza su resistencia, actúa con el acero en forma compuesta para resistir las cargas muertas y las cargas vivas impuestas. La interacción se forma a partir de una combinación de adherencia superficial entre el concreto y el acero, y por medios mecánicos mediante la restricción impuesta por la forma propia de la lámina a través de los resaltes en la superficie, hendiduras o dispositivos para transferencia de cortante, uniformemente espaciados.

En este estado deben calcularse igualmente los esfuerzos y las deflexiones máximos experimentados y compararlos con los máximos permitidos.

La losa de concreto en sistema Steel Deck y la viga de acero o concreto reforzado que sirve de apoyo a la misma, pueden interrelacionarse convenientemente mediante conectores de cortante para producir una sola unidad estructural a flexión, lo cual tiene mayor resistencia y rigidez que una losa y viga independientes.

En el caso de losas de entrepiso diseñados para actuar en construcción compuesta con las vigas de apoyo se requiere de la instalación de conectores de cortantes entre los dos elementos y se hace énfasis en el recubrimiento de concreto alrededor de los mismos.

Este tipo de diseño especial está por fuera del alcance del presente manual y puede consultarse en detalle en las referencias 5, 6 y el Manual de Diseño de Perfiles Estructurales en Acero de Lámina Delgada de ACESCO.

Para el caso en el que la viga de soporte sea en acero, puede utilizarse la sección 1.11 del AISC, Specification for the Design, Fabrication and Erection of Structural Steel for Building (referencia 2). En el caso de vigas de concreto, puede utilizarse por ejemplo, las indicaciones dadas en la referencia 13.

#### **5.2.6. Concreto**

El concreto a utilizar para la losa de entrepiso deberá cumplir con los artículos C3, C4, C5, C9, C10 y C11 de la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98, y la Ley 400 de 1997 (capítulos 3, 4 y 5 del ACI 318 Building Code Requirements for Reinforced Concrete).

La resistencia mínima a la compresión especificada para el concreto,  $f'_c$ , será de 21 MPa (3 ksi) o la que sea requerida por exposición al fuego o durabilidad.

No se permite el uso de aditivos o acelerantes que contengan sales clorhídricas o fluoruros, ya que estos pueden producir corrosión sobre la lámina de acero.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

### 5.2.7. Refuerzo por retracción y temperatura

La malla de acero de refuerzo que se recomienda colocar en el sistema tiene el propósito fundamental de absorber los efectos de la retracción de fraguado del concreto y los cambios térmicos que ocurran en el sistema.

Esta malla de refuerzo está conformada por barras con resistencia a la fluencia de al menos 420 MPa (60 ksi) o por mallas electro soldadas de alambón.

La experiencia ha mostrado al menos un incremento del 10% en la capacidad de carga de las losas con la malla, comparada con losas que no la tienen. Este refuerzo debe tener un área mínima de 0.00075 veces el área de concreto por encima de la lamina de acero, pero nunca menor al área provista por una malla de 6 x 6 – W1.4 x W1.4 (sistema americano) o 152 x 152 – MW9 x MW9 (sistema métrico), lo cual brinda 59.3 mm<sup>2</sup> de acero por metro de ancho de losa. La utilización de fibras en el concreto puede ser una solución alternativa a la malla de refuerzo por retracción y temperatura. La norma ASTM A820 especifica la utilización de estas fibras en acero para control de agrietamiento donde la cuantía mínima de estas en el concreto será de 14.8 kg/m<sup>3</sup> (25 lb/yd<sup>3</sup>). También pueden utilizarse fibras macro sintéticas “fibras toscas”, hechas de un poleofino virgen y deben tener un diámetro equivalente entre 0.4 mm (0.016 pulg) y 1.25 mm (0.05 pulg), con una mínima relación de aspecto (longitud / diámetro equivalente) de 50. La mínima cuantía de estas últimas será de 2.4 kg/m<sup>3</sup> (4 lb/yd<sup>3</sup>) y son convenientes para ser usadas como refuerzo mínimo por retracción y temperatura. Aunque la malla de refuerzo por temperatura o las fibras no previenen de manera total el agrietamiento, lo cierto es que han mostrado tener un buen trabajo para el control de grietas, en especial si la malla se mantiene cercana a la superficie superior de la losa (recubrimiento de 20 a 25 mm).

El área de refuerzo suministrada para la malla de acuerdo con la fórmula expresada anteriormente o con la cuantía mínima de fibras en acero o fibras macro sintéticas, no será suficiente para ser asumida como el total del refuerzo negativo. Debe calcularse la cantidad de refuerzo negativo sin tener en cuenta el aporte de la malla por temperatura o las fibras.

En síntesis, la mínima especificación recomendada para refuerzo por temperatura en el sistema Steel Deck (producto Metaldeck) es una malla electrosoldada de diámetro  $\varnothing = 5$  mm, con cuadrículas de 150 mm x 150 mm, ó varillas amarradas a mano en ambos sentidos, que provean la misma cantidad de acero de la malla.

La instalación de la malla debe realizarse sobre dados de concreto prefabricados (panelitas) o sobre cualquiera de los tipos de distanciadores mostrados en las figuras siguientes, de tal forma que esta quede a 2.5 cm por debajo de la superficie de la losa de concreto como se muestra en la figura 8.

Es recomendable aquí amarrar los distanciadores con alambre recocido No. 18.

En las figuras 9 y 10 se detalla la ubicación de la malla de refuerzo por retracción de fraguado y temperatura del concreto, sobre un sistema de losa de entepiso Steel Deck.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Figura 8. Nomenclatura Básica para la Sección Transversal de la Losa.

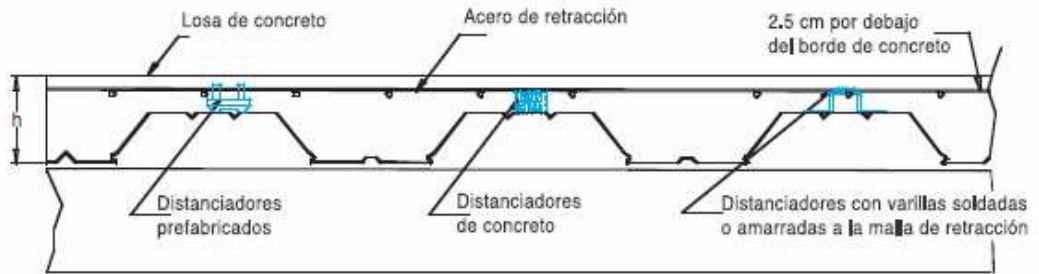


Figura 9. Tipos de Distanciadores e Instalación de Malla por Retracción y Temperatura de Losa.

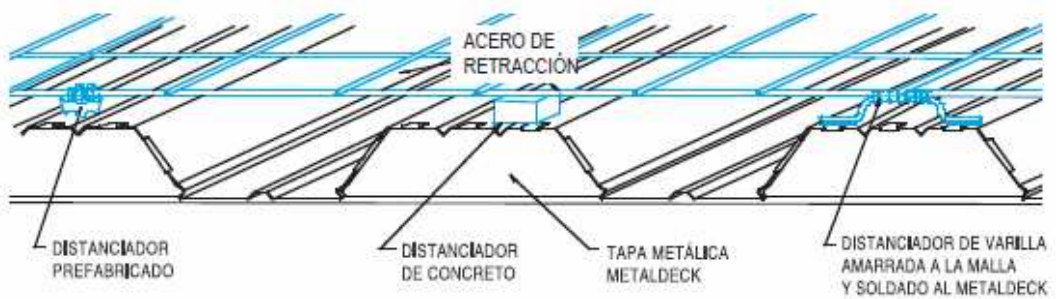
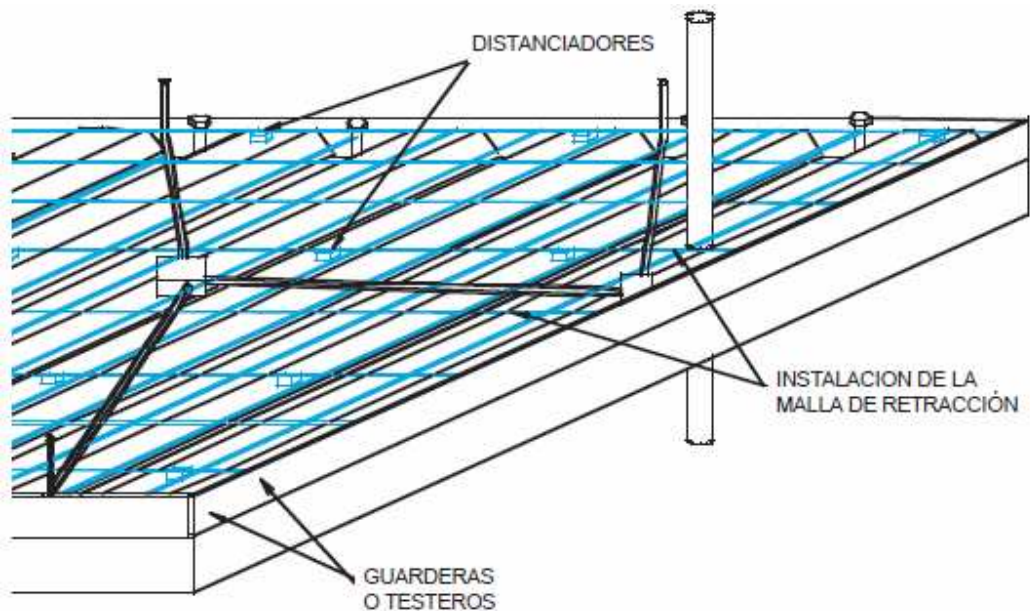


Figura 10. Ubicación de Malla por Retracción, Tubería, Guarderas y Distanciadores.



\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

### 5.2.8. Refuerzo negativo en la losa

Al fundir una placa con el sistema Steel Deck con varias luces continuas, generalmente se presenta sobre el apoyo, tensión en la parte superior de la placa de concreto. Esto normalmente genera fisuras en la superficie de la losa, que aunque en muchos casos no representa problemas estructurales, si resalta problemas estéticos.

En estas zonas especiales se hace necesario adicionar mayor refuerzo mediante varillas de acero que absorban los esfuerzos que se generan por este factor y evitar así la presencia de fisuras, pues en la mayoría de los casos, el acero que es colocado para controlar la retracción del fraguado no es suficiente para controlar la totalidad de los esfuerzos producidos por este evento.

Por lo tanto, para placas que involucren varias luces consecutivas, el ingeniero puede seleccionar un sistema de losa continuo en los apoyos, realizando el respectivo diseño de la losa para el momento negativo que se genera, tras colocar el refuerzo negativo complementario que se requiera en tales puntos de apoyo.

En estos casos la lámina colaborante será diseñada para actuar solo como una formaleta permanente. El tablero de acero de trabajo compuesto (Composite Steel Deck) no se considera como refuerzo en compresión en las áreas con presencia de momento negativo.

Para el diseño particular en parqueaderos debe considerarse continuidad en los diferentes vanos y calcularse el respectivo refuerzo negativo para cumplir esa condición.

En las losas con voladizos la lámina de acero Steel Deck actúa solo como formaleta permanente. Aquí es estrictamente necesario proporcionar refuerzo superior para absorber los esfuerzos generados bajo esta consideración y es preciso que sea diseñado por un ingeniero estructural.

De manera general, es recomendable en el tratamiento de este tipo de fisuras utilizar varillas de acero # 4 con una longitud mínima de 1.60 m. colocadas por encima de los valles de la lámina, con un recubrimiento mínimo de concreto de 2.5 cm. El acero de retracción no debe ser suspendido en esta región.

Un mejor comportamiento del acero de refuerzo se garantiza al instalar estas varillas por encima del acero de retracción y temperatura.

Las especificaciones dadas cubren una gran cantidad de casos generales, y es por esto que para un caso particular, el ingeniero estructural puede variar parcial o totalmente tal recomendación de acuerdo a su propio criterio.

Los gráficos que se enseñan a continuación describen el manejo de refuerzo negativo en una losa de este tipo, teniendo en cuenta la configuración de voladizo o simplemente su posición entre apoyos.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Figura 11. Ubicación de Malla y Refuerzo Negativo para el Control de Fisuras en la Losa.

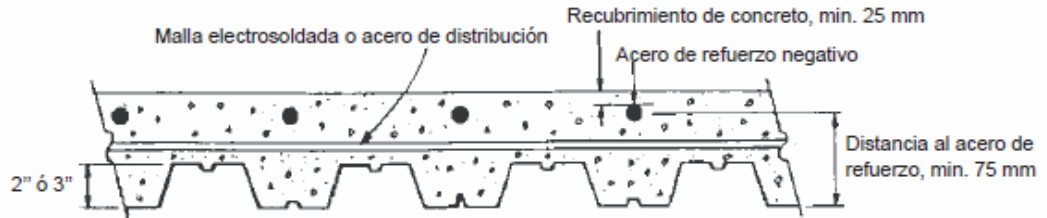


Figura 12. Detalle del Refuerzo Negativo para Luces de Láminas entre Apoyos.

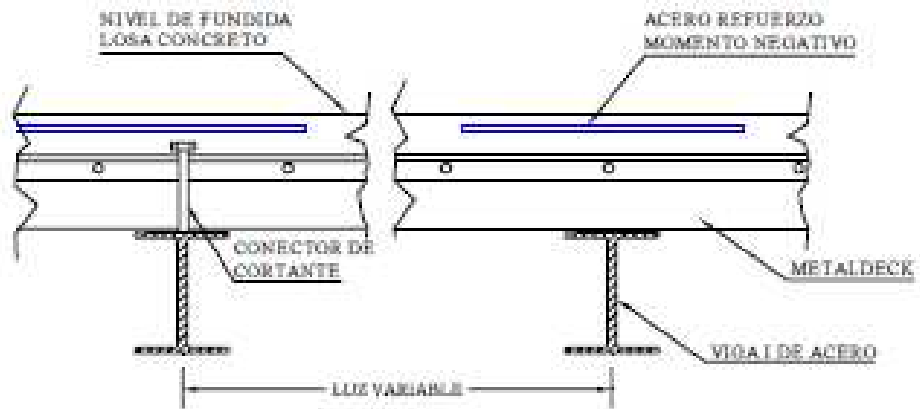
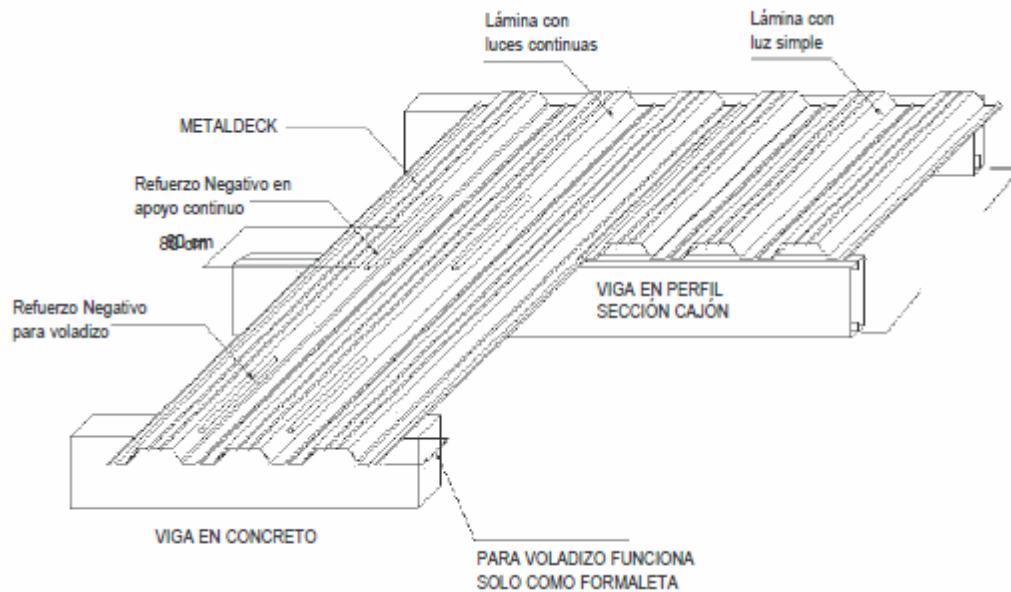


Figura 13. Esquema General de Distribución del Refuerzo Negativo en Voladizos.



\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Figura 14. Detalle del Refuerzo Negativo en Voladizos.



### 5.2.9. Espesor de losa y recubrimiento mínimo

El recubrimiento mínimo de concreto por encima de la parte superior de la lámina de acero (Metaldeck) (tc) debe ser de 50 mm (2 pulg.). Cuando se coloque refuerzo negativo adicional a la malla por temperatura y retracción, el recubrimiento mínimo de concreto por encima de este debe ser de 20 mm.

De acuerdo con lo anterior, los espesores mínimos totales recomendados para losas con productos Metaldeck se resumen en la tabla 8.

Tabla 8. Espesores Totales Mínimos de la Losa en Sistema Compuesto.

Referencia	Altura de Lámina	Espesor Total Mínimo Concreto
Metaldeck 2"	50.8mm (2")	100mm (4")
Metaldeck 3"	76.2mm (3")	130mm (5")

### 5.2.10. Fijación lateral

Las láminas de acero deben sujetarse unas con otras en sentido longitudinal con tornillos auto perforantes, remaches pop o puntos de soldadura cada 0.90 m, hasta el calibre 20. En el caso de láminas calibre 22 deben aplicarse puntos muy superficiales de soldadura para evitar daños sobre ellas.

La distancia entre estas fijaciones está designada por la siguiente especificación:

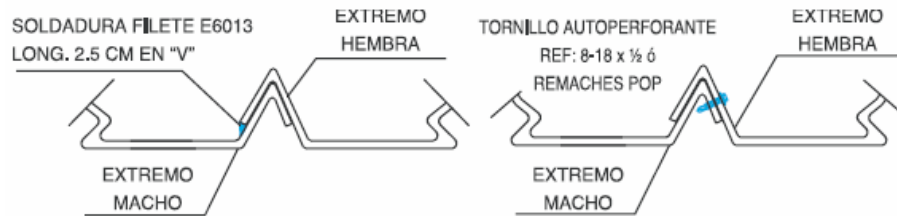
- Para Luz < 1.50 m: Un (1) Tornillo en el centro de la luz.
- Para Luz > 1.50 m: Un (1) Tornillo cada 36" (1000 mm).

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

El detalle del traslazo se muestra en la figura 15.

Figura 15. Detalle de Traslazo. Fijación Lateral.



### 5.3. ASPECTOS DE DISEÑO

El diseño de losa de entrepiso con el sistema Steel Deck involucra dos etapas principales de análisis. En la primera etapa el concreto fresco aún no ha fraguado, caso en el cual la lámina colaborante funciona principalmente como formaleta. Mientras en la segunda, el concreto alcanza su resistencia de diseño, y es allí cuando él entra en combinación con la lámina metálica para trabajar como sección compuesta.

Además de estas consideraciones principales es necesario garantizar el funcionamiento de la losa como diafragma de piso, cuando esto sea una consideración de diseño.

A continuación se presenta de forma global la metodología de diseño recomendada en el análisis de este tipo de sistema constructivo, ajustada ésta a cada una de las etapas mencionadas.

En caso de requerirse información a profundidad sobre los parámetros de diseño del sistema Steel Deck, se aconseja consultar el “Manual Técnico Metaldeck” de la empresa Acesco, pues en él se detallan con gran acierto los aspectos aquí mencionados junto con otros tales como propiedades físicas, mecánicas y geométricas de este tipo de entrepiso, tablas de ayuda para el diseño frente a momentos, cortantes y deflexiones en vigas con diferentes tipos de apoyo y de carga, así como ejemplos de diseño que aterrizan los conceptos.

#### 5.3.1. Diseño de la lámina en acero steel deck como formaleta

##### 5.3.1.1. Propiedades de la Lámina de Acero

La geometría de la lámina en Steel Deck fué desarrollada dentro de parámetros que le permitieran trabajar como una formaleta permanente, soportando las cargas de construcción y el peso del concreto fresco.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

El cálculo del área transversal, momento de inercia y otras constantes de la sección transversal se determinan de acuerdo con las especificaciones del AISI, Specification for the Design of Cold Formed Steel Structural Members (referencia 3). En el apéndice 1 del “Manual Técnico Metaldeck” se incluyen las propiedades principales de las láminas colaborantes Metaldeck.

### **5.3.1.2. Cargas Actuantes Durante la Construcción de la Losa**

Las cargas a considerar durante la etapa constructiva, mientras la lámina actúa como formaleta, son las siguientes:

- El peso propio del tablero.
- El peso propio del concreto fresco (con un peso específico de  $2.4 \text{ kN/m}^3$ ).
- Las cargas de construcción temporales: Se calculan como la más severa situación entre una carga uniformemente distribuida de 20 psf (1 kPa) sobre la superficie de la lámina y una carga concentrada de 150lb (2.2 kN) que actúa sobre una sección de la formaleta de 1.00 m (1000 mm) de ancho.

Estas cargas corresponden a cargas de construcción, concebidas como los sobrepesos por el manejo del concreto, el peso de la maquinaria y el peso de las personas que trabajan en la construcción de la losa.

Durante la construcción, la lámina de acero trabajará en cualquiera de los siguientes tres casos:

#### **1. Formaleta sin Apuntalamiento**

Si el vaciado se realiza bajo esta condición, la sola lámina es capaz de soportar el peso propio del concreto y las cargas de construcción. Deben hacerse chequeos para las condiciones límite por esfuerzos cortante y flexión, así como por deflexiones máximas. Si existe continuidad de la lámina sobre los apoyos, esta se deberá tener en cuenta para la redistribución de esfuerzos.

#### **2. Formaleta con Apuntalamiento Intermedio**

Si la lámina no es capaz de soportar el peso del concreto fresco y las cargas de construcción puede optarse por colocar un punto de apoyo intermedio temporal, mientras el concreto alcanza su resistencia, garantizando que el comportamiento en sección compuesta es capaz de soportar las cargas sobre impuestas de diseño. Este apuntalamiento crea un sistema de apoyo continuo para la lámina, lo que permite la redistribución de los esfuerzos generados en la construcción.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Debe hacerse un recalcu de los esfuerzos y deflexiones para comprobación del buen funcionamiento de la lámina bajo la condición aquí descrita. Ver sección 5.3.1.5. del presente manual.

### 3. Formaleta con Apuntalamiento Uniforme

Es una alternativa poco práctica aunque ideal para el control de deflexiones totales del sistema de losa. En esta condición la lámina es soportada en toda la longitud del vano, por lo cual, teóricamente no se presentan esfuerzos ni deflexiones debido al peso propio del concreto fresco o de las cargas de construcción.

Bajo esta condición no es necesario hacer chequeo por esfuerzos o deflexiones durante la etapa constructiva.

Una vez que el concreto ha fraguado y la adherencia lámina-concreto alcanza su plenitud, las consideraciones de carga realizadas en la etapa constructiva no afectan el diseño para la etapa de servicio. Debe hacerse un análisis por esfuerzos flectores y cortantes de la sección compuesta. Se utilizarán los factores de amplificación de carga (para el método de estados límite) y las combinaciones descritas en la sección 5.3.2.3 de este manual.

Las deflexiones y esfuerzos del Steel Deck, actuando como formaleta, serán evaluados de acuerdo al procedimiento descrito en la figura del apéndice 2 del "Manual Técnico Metaldeck".

#### 5.3.1.3. Resistencia de la Sección Transversal

Si se utiliza el método de los esfuerzos de trabajo o esfuerzos admisibles (ASD), la tensión y compresión debido a la flexión en el Steel Deck no deben exceder de:

$$\sigma_{\text{calculado}} \leq \sigma_{\text{admisible}}$$

$$0.6 \cdot f_y = 0.6 \cdot 40 \text{ ksi} = 24 \text{ ksi} = 165 \text{ MPa} \leq 36 \text{ ksi} = 250 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{calculado}} = M_{\text{calculado}} / S_{\text{mínimo}}$$

Donde,

- $\sigma_{\text{calculado}}$  = Esfuerzo actuante en el acero (MPa).
- $\sigma_{\text{admisible}}$  = Esfuerzo admisible en el acero (MPa). Este esfuerzo se limita a un máximo de 36 ksi (250 MPa).
- $f_y$  = Esfuerzo de fluencia en el acero (MPa).
- $S_{\text{mínimo}}$  = Modulo mínimo de la sección efectiva. Difiere para momento positivo y negativo ( $\text{mm}^3$ ).
- $M_{\text{calculado}}$  = Momento flector actuante calculado ( $\text{N} \cdot \text{mm}$ ).

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Para vigas simplemente apoyadas el valor es igual a:

$$q_{\text{calculado}} * L^2 / 8$$

Donde  $q_{\text{calculado}}$  es la carga por metro lineal (debe incluir el peso propio).

Por otra parte, si se utiliza el método por estados límite de resistencia debe cumplirse con la siguiente envolvente:

$$[ ( M_{ux} / \phi * M_{nx} )^2 + ( V_{uy} / \phi * V_{ny} )^2 ] \leq 1.00$$

Donde,

- $M_{ux}$  = Momento flector actuante mayorado (N\*mm).
- $V_{uy}$  = Cortante actuante mayorado (N).
- $\phi * M_{nx}$  =  $(0.95 * f_y * S_{\text{mínimo}})$  = Momento nominal resistente (N\*mm).
- $\phi * V_{ny}$  = Cortante nominal resistente (N).

Para la determinación por este método del momento flector y cortante actuantes, deben utilizarse los siguientes factores de amplificación: 1.2 para la lámina de acero Metaldeck, 1.6 para el peso del concreto y 1.4 para las cargas de construcción.

El cálculo de los módulos elásticos para las fibras superior e inferior de la lámina Steel Deck en cuanto a flexión positiva y negativa, así como para la resistencia al corte, se realiza de acuerdo a la metodología desarrollada por el AISI, Specification for the Design of Cold Formed Steel Structural Members, (referencia 3).

En el apéndice 1 del “Manual Técnico Metaldeck” se presentan los módulos elásticos de la sección efectiva para las diferentes láminas Metaldeck, así como su capacidad mayorada a cortante.

Los coeficientes de cálculo de cortantes, momentos flectores y deflexiones, con sistemas de una luz simple y sistemas continuos, durante la etapa constructiva, se pueden consultar en el apéndice 2 del “Manual Técnico Metaldeck”.

#### **5.3.1.4. Deflexiones Admisibles**

El cálculo de las deflexiones verticales del sistema, durante la etapa de construcción donde la lámina actúa como formaleta, incluye solo el peso propio del concreto de acuerdo con el espesor de diseño más el peso propio de la lámina.

No deben adicionarse las cargas sobre impuestas por construcción descritas en la sección 5.3.1.2, por el carácter temporal de las mismas. El sistema Steel Deck se

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

diseña para permanecer en el rango elástico en la mayoría de las ocasiones, por consiguiente, este se recupera una vez se retiren las cargas temporales.

El límite superior para deflexiones verticales en la condición de formaleta será de:

$$\delta_{\text{calculado}} \leq \delta_{\text{admisible}} = L / 180$$

Con un valor máximo de:

$$\delta_{\text{admisible}} = 20 \text{ mm} \approx 3/4''$$

Donde:

L = Luz libre entre apoyos (mm).

$\delta_{\text{calculado}}$  = Deflexión calculada (mm).

$\delta_{\text{admisible}}$  = Deflexión máxima admisible (mm).

### **5.3.1.5. Soportes Adicionales (Apuntalamientos Temporales)**

Si los esfuerzos presentados durante la construcción superan los parámetros máximos de esfuerzo (o su envolvente) o deflexiones, se puede recurrir a la utilización de apuntalamientos temporales localizados en los centros o tercios de los vanos. Esto disminuye la luz de análisis durante la construcción, lo que permite que los efectos sobre la lámina sean menores. Con este procedimiento se permite mantener las especificaciones más livianas en el Steel Deck.

El tipo de apuntalamiento temporal debe ser claramente indicado en los planos de construcción, así como su ubicación y el tiempo necesario hasta su retiro.

El apuntalamiento debe estar en capacidad de resistir una carga uniforme mínima de 50 psf (2.4 kPa) y debe ser colocado en el sitio de construcción antes de la instalación de la lámina de acero Steel Deck. Debe ser diseñado e instalado de acuerdo a lo establecido por la NSR-98 (o en su defecto las especificaciones del ACI) y debe ser dejado en el sitio al menos hasta que el concreto alcance el 75% de su resistencia de diseño.

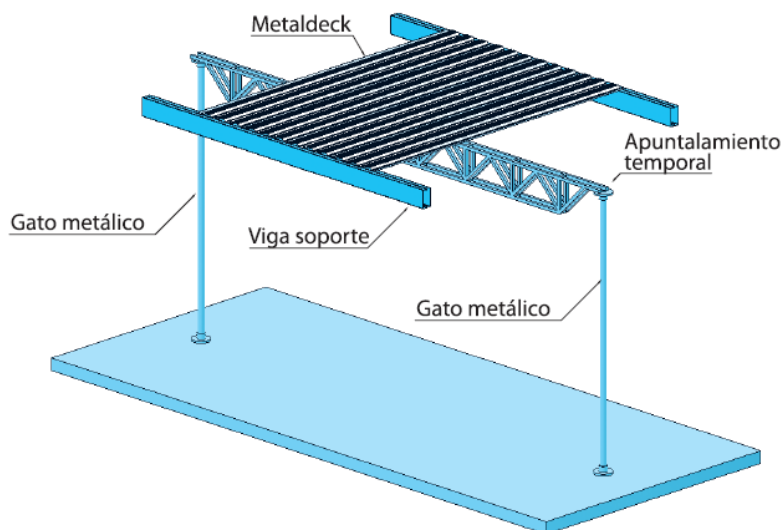
Las múltiples pruebas de laboratorio realizadas por el SDI (Steel Deck Institute) han mostrado efectos benéficos del apuntalamiento sobre la sección compuesta, una vez que el concreto alcanza su resistencia de diseño. Estos efectos no son tenidos en cuenta en la capacidad final de la sección.

La siguiente figura permite ilustrar la instalación en obra de las láminas de acero Steel Deck con ayuda de apuntalamientos temporales.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Figura 16. Esquema Típico de Apoyos Temporales.



### 5.3.1.6. Longitudes de Apoyo

La longitud de apoyo del tablero sobre las vigas principales debe determinarse utilizando la carga de concreto fresco, el peso propio de la lámina más una carga de construcción uniformemente distribuida de 20 psf (1 kPa) (figura 3, apéndice 2 del “Manual Técnico Metaldeck”). Como regla general se recomienda utilizar una longitud de apoyo de por lo menos 40 mm (1 1/2 pulgadas) cuando la lámina se instale sobre la viga, lo cual impedirá en general, que el tablero se resbale de su apoyo. Esto aplica para una lámina de 0.75 mm (calibre 22) de espesor mínimo.

Si este espesor mínimo o la longitud de apoyo no se cumple por razones constructivas, deberán verificarse los esfuerzos en el alma de la lámina de acero (AISI, Specification for the Design Of Cold Formed Steel Structural Members, referencia 3). También debe utilizarse el procedimiento del AISI cuando se esperen reacciones de magnitud considerable.

Si se utiliza el sistema de fundición monolítico o semi-monolítico (fundida de viga y losa simultáneamente), se recomienda utilizar una longitud mínima de apoyo de la lámina sobre la viga de 25 mm (1 pulgada). En estos casos críticos se recomienda sujetar convenientemente la lámina a la viga o elemento de apoyo para evitar el resbalamiento y el giro.

Las características de fijación del sistema se pueden consultar a detalle en la sección 5.4. “ASPECTOS CONSTRUCTIVOS” del presente manual. De forma adicional se ofrecen los siguientes esquemas con el fin de ilustrar un poco más el tema.

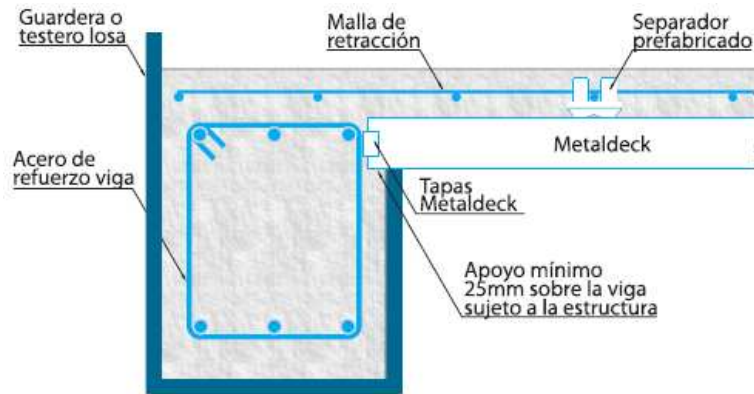
\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Figura 17. Esquema Típico de Apoyo de las Láminas de Steel Deck sobre la Viga.



Figura 18. Esquema Típico de Apoyo de Fundición Monolítica.



### 5.3.2. Lámina en acero y concreto como sección compuesta

#### 5.3.2.1. General

Cuando el concreto alcanza su resistencia máxima, la sección transversal debe diseñarse como una losa de concreto reforzado, donde la lámina de acero Steel Deck actúa como el refuerzo positivo. La adherencia lámina-concreto garantiza este comportamiento.

La losa se diseñará como simplemente apoyada o continua sobre los diferentes apoyos dependiendo de las restricciones en los mismos y la presencia de refuerzo (barras) adicional para lograr tal comportamiento.

El sistema puede ser sometido a cargas uniformemente distribuidas o puntuales. Debe ser consideración especial en el diseño el hecho de tener cargas concentradas importantes, cargas dinámicas derivadas del uso de la estructura y cargas debido al funcionamiento de la losa como diafragma estructural en una edificación determinada.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

### 5.3.2.2. Hipótesis de Análisis

Las hipótesis de diseño del sistema de entrepiso son aplicadas de acuerdo a dos criterios específicos, como lo son:

#### 1. **Losa Continua Sobre Apoyos Múltiples y Voladizos (Momentos Negativos).**

Este comportamiento continuo sobre los apoyos se logra con la adición del refuerzo negativo correspondiente.

Para el diseño de flexión negativa se seguirán los lineamientos establecidos por la NSR-98 (o en su defecto las especificaciones de la ACI). La lámina de Steel Deck no será considerada como un refuerzo en compresión.

Debido a las crestas de la lámina se retira parte del área en compresión del concreto por lo que el diseñador deberá trabajar con un ancho equivalente para el diseño del refuerzo negativo. Este ancho puede ser tomado como el promedio entre el ancho inferior y superior de las crestas.

En el caso de voladizos, la lámina actúa solo como una formaleta permanente, por lo que debe diseñarse el correspondiente refuerzo negativo.

#### 2. **Losa Simplemente Apoyada (Momentos Positivos).**

En este caso la lámina de acero está en capacidad de representar la totalidad del refuerzo positivo en la luz.

Se asume que la losa se fisura sobre los apoyos, en su parte superior. Es recomendable por tanto colocar refuerzo nominal para el control de estas fisuras que podrían finalmente afectar la estética del sistema.

### 5.3.2.3. Hipótesis de Carga

Las hipótesis de cargas utilizadas para el diseño son tomadas de las normas de construcción sismo resistente NSR-98, como se citan a continuación:

#### 1. Estados Límites de Resistencia (según especificaciones del AISI LRFD):

- $1.4D + L$
- $1.2D + 1.6L + 0.5(L_r \text{ ó } S \text{ ó } R_r)$
- $1.2D + 1.6(L_r \text{ ó } S \text{ ó } R_r) + (0.5L \text{ ó } 0.8W)$
- $1.2D + 1.3W + 0.5L + 0.5(L_r \text{ ó } S \text{ ó } R_r)$
- $1.2D + 1.5E + (0.5L \text{ ó } 0.2S)$
- $0.9D - (1.3W \text{ ó } 1.5E)$

#### 2. Esfuerzos de Trabajo (Esfuerzos Admisibles):

- $D$
- $D + L$

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

- D + W
- D + 0.7E
- D + L + W
- D + L + 0.7E

Donde,

- D = Carga muerta (peso propio “PP” + carga muerta sobre impuesta “Ds”).
- E = Carga por sismo.
- L = Carga viva por uso de la estructura. Incluye carga por objetos móviles.
- Lr = Carga viva de cubierta.
- Rr = Carga por lluvia.
- S = Carga por nieve.
- W = Carga de viento.

El diseñador deberá utilizar la combinación más crítica, según aplique.

En la gran mayoría de los casos, tanto el diseño por estados límite como por esfuerzos de trabajo, muestra que para los sistemas de entrepiso la segunda hipótesis es la más importante.

En el caso de una luz simplemente apoyada, según hipótesis crítica de diseño (1.2D + 1.6L), se define lo siguiente:

- Método de los estados límite:  $M_u = (1.6L + 1.2D) * L^2/8 \leq \phi * M_n$
- Método de esfuerzos de trabajo:  $M_{\text{calculado}} = (L + D) * L^2/8 \leq M_{\text{admisible}}$

#### 5.3.2.4. Deflexiones

El cálculo de las deflexiones verticales del sistema de losa es aplicada de acuerdo a la teoría elástica convencional.

El área de concreto es transformada en acero equivalente para el cálculo de las propiedades de la sección transversal.

Las hipótesis en las que se basa esta teoría son las siguientes:

1. Las secciones transversales planas antes de la flexión permanecen planas durante la flexión, lo que significa que las deformaciones unitarias longitudinales en el concreto y en el acero en cualquier sección transversal al tablero son proporcionales a la distancia de las fibras desde el eje neutro de la sección compuesta.
2. Para las cargas de servicio, los esfuerzos son proporcionales a las deformaciones tanto para el concreto como para el acero.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

3. Puede utilizarse la totalidad de la sección de acero excepto cuando esta se ve reducida por huecos.
4. El momento de inercia utilizado en las operaciones se determina como el promedio entre el momento de inercia de la sección agrietada y el de la sección plena, sin fisuras.

En el cálculo de la sección agrietada se asume que todo el concreto por debajo del eje neutro se encuentra agrietado. El módulo de elasticidad para el acero se toma como 203,000 MPa (29,500 ksi) y la relación modular como 11.

Las deflexiones verticales del sistema compuesto, calculadas con las cargas y propiedades establecidas, medidas con respecto al apoyo, deben limitarse a lo registrado en la tabla 9 (especificaciones de la NSR-98).

Adicional al cálculo de las deflexiones inmediatas deben determinarse las deflexiones a largo plazo. A menos que los valores se obtengan de un método más riguroso, las deflexiones adicionales causadas por la retracción del fraguado y el flujo plástico (creep), deben determinarse multiplicando las deflexiones inmediatas causadas por la carga permanente considerada, por un coeficiente obtenido así:

$$\lambda = \varepsilon / (1 + 50 \rho')$$

Donde,  $\rho'$  es el valor de la cuantía del refuerzo a compresión en el centro del vano para luces simplemente apoyadas o continuas, y en el apoyo para voladizos.

Se recomiendan los siguientes valores del coeficiente,  $\varepsilon$ , de efectos a largo plazo, así:

- $\varepsilon = 2.0 \rightarrow$  5 años o más
- $\varepsilon = 1.4 \rightarrow$  12 meses
- $\varepsilon = 1.2 \rightarrow$  6 meses
- $\varepsilon = 1.0 \rightarrow$  3 meses

Tabla 9. Deflexiones Máximas Calculadas Permisibles.

TIPO DE ELEMENTO	DEFLEXIÓN CONSIDERADA	DEFLEXIÓN LÍMITE
Cubiertas planas que no soportan o no están unidas a elementos no estructurales que puedan ser dañados por deflexiones grandes.	Deflexión instantánea debido a carga viva.	L/180
Losas que no soportan o no están unidas a elementos no estructurales que puedan ser dañados por deflexiones grandes.	Deflexión instantánea	L/360
Cubiertas o losas que soportan o están unidas a elementos no estructurales susceptibles de daño debido a deflexiones grandes.	La parte de la deflexión total que se presenta después de la unión a elementos no estructurales, o sea la suma de las deflexiones a largo plazo debida a cargas permanentes, más la instantánea debido a cualquier carga viva adicional	L/480
Cubiertas o losas que soportan o están unidas a elementos no estructurales que no puedan ser dañados por deflexiones grandes.		L/480

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

### 5.3.3. Funcionamiento como diafragma

Las losas construidas con el sistema Steel Deck pueden utilizarse como diafragma de piso que consiste básicamente en sistemas estructurales planos que tienen como objetivo principal distribuir las cargas horizontales generadas por efectos de viento o de sismo, a los elementos estructurales de soporte que hacen parte de un sistema de pórticos o de un sistema basado en muros estructurales.

Pueden considerarse dos puntos de vista diferentes:

1. Utilizar como diafragma las láminas de acero independientes, es decir, sin contemplar el concreto.
2. Utilizar como diafragma la losa conjunta (lámina de acero más concreto), con la consideración adicional de “diafragma rígido” en el plano utilizado comúnmente para la distribución de fuerzas horizontales a los elementos de soporte.

En la primera de las alternativas se utilizan las láminas de acero solas o con ciertos acabados, como por ejemplo las láminas sintéticas, que sirven de acabado de piso y que interconectadas entre sí de manera adecuada, cumplen la función de diafragma.

Este es el caso de aplicaciones en ciertos tipos de vivienda o de utilización del sistema como diafragma temporal durante la construcción de edificaciones particulares. Aquí se hace necesario revisar en detalle las conexiones entre las diferentes láminas, las conexiones del tablero de acero a la estructura de soporte, la resistencia del diafragma a las fuerzas cortantes actuantes en el mismo y la rigidez del diafragma, de lo cual depende la distribución de las fuerzas a los elementos de soporte.

El diseño detallado de este tipo de sistema está por fuera del alcance del presente manual, sin embargo su esquema puede hallarse en la referencia 5.

Por otro lado está la utilización de la losa compuesta como “diafragma rígido” que es el criterio convencional utilizado en sistemas de losas equivalentes, generalmente cuando se trata de losas de concreto reforzado fundidas en el sitio y adecuadamente rigidizadas y conectadas al sistema estructural de soporte.

Al utilizar la losa compuesta como diafragma, el concreto que rellena los pliegues de la lámina de acero elimina la posibilidad de pandeos locales y de pandeo en las esquinas.

Sin la posibilidad de pandeos locales en la lámina, el sistema resulta adecuado para transmitir fuerzas cortantes generadas por las fuerzas horizontales. Es necesario entonces diseñar cuidadosamente la conexión del diafragma al sistema estructural de soporte para garantizar una adecuada transmisión de las fuerzas cortantes generadas.

El diseño del espaciamiento de los conectores a utilizar depende de la resistencia al corte de conector y del flujo de corte último o fuerza cortante última por unidad de longitud, calculada a partir del análisis de fuerzas.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

La fórmula para el cálculo del espaciamiento promedio de conectores es la siguiente:

$$e = ( Q_f / S_u ) \leq 800 \text{ mm}$$

Donde,

- $e$  = Espaciamiento de diseño promedio para los conectores (mm).
- $Q_f$  = Resistencia al corte de los conectores (N).
- $S_u = ( S \times FS )$  = Fuerza cortante última por unidad de longitud (N/mm).
- $S$  = Flujo de corte o fuerza cortante promedio por unidad de longitud determinada para diseño (N/mm).
- $FS$  = Factor de seguridad = 3.25 (referencia 17)

Todo sistema de conexión, tales como soldaduras de punto o en cordón, tornillos, anclajes, remaches o cualquier tipo de sujeción proporcionará una resistencia al corte  $Q_f$  determinada, la cual ante la falta de datos proporcionados por el fabricante deberá investigarse experimentalmente. Algunas recomendaciones al respecto se pueden encontrar en la referencia 19.

En casos particulares deberá revisarse la capacidad del diafragma para transmitir las fuerzas generadas. También deberá considerarse la flexibilidad del mismo en la distribución de las fuerzas a los elementos de soporte.

En el caso de conexiones a estructuras de concreto deberá despreciarse normalmente la posible transferencia de corte que se presenta en eventuales áreas de contacto entre el concreto de la losa y el concreto de los elementos de soporte. Deberá disponerse de un sistema de conexión mecánico (pernos, varillas, anclajes o similares) que permita la transferencia de la totalidad de la fuerza de corte mayorada que se genera por las cargas horizontales de diseño.

#### **5.3.4. Consideraciones adicionales**

Es necesario aquí contemplar aspectos adicionales a los anteriores en condiciones especiales de carga o de apoyo, como los siguientes:

##### **5.3.4.1. Cargas Concentradas**

En el caso de cargas concentradas de gran magnitud, que podrían determinarse como aquellas por encima de 10 kN, debe considerarse en el diseño la posibilidad de punzonamiento, el cortante vertical directo y el momento flector que produce la carga concentrada. En general podrían admitirse cargas superiores a 10kN, siempre y cuando se cumplan los siguientes requisitos:

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

1. Debe colocarse acero de distribución en la dirección perpendicular a la dirección de la lamina de acero, en una cuantía no inferior al 0.2% del área de concreto por encima de la cresta de la lámina.
2. Debe colocarse el acero negativo correspondiente a los momentos negativos existentes, y los generados por la carga concentrada.
3. Debe existir suficiente espesor de concreto para resistir las fuerzas cortantes actuantes, tanto de punzonamiento como por efecto de viga.
4. La lámina de acero no se considera en el cálculo de la resistencia a momento negativo.
5. La lámina se utiliza únicamente para resistir los momentos positivos.
6. Deben utilizarse barras de acero corrugado o mallas electrosoldadas de acero para conformar el refuerzo negativo de la losa. No se permite el uso de aditivos como fibras u otros materiales, que pretendan reemplazar a este refuerzo. Para mayores detalles en el diseño ante cargas concentradas de importancia puede consultarse la referencia 17.

Las cargas de 10 kN o inferiores se consideran bajas y representan cargas ocasionales que pueden presentarse en pisos de oficinas o áreas de manufacturas. Los códigos como el BOCA, SBCCI y el UBC citan las cargas de 10 kN o inferiores que actúan en áreas de 250.000 mm<sup>2</sup> (o menores) y establecen para el análisis de esfuerzos los mismos criterios aplicados por cargas superiores a 10 kN.

Las cargas concentradas están regidas específicamente para el producto Metaldeck, por la tabla 10 referenciada a continuación:

Tabla 10. Área de Concreto Disponible para Cortante en el producto Metaldeck.

Espesor total losa (mm)	Metaldeck 2" A <sub>c</sub> (mm <sup>2</sup> /mm)	Metaldeck 3" A <sub>c</sub> (mm <sup>2</sup> /mm)
100	62.94	--
110	71.72	--
120	80.95	--
130	90.64	74.23
140	100.63	81.97
150	110.63	90.00

#### 5.3.4.2. Secciones Compuestas con Vigas de Apoyo

La consideración especial de secciones compuestas entre vigas metálicas de soporte y la losa colaborante puede consultarse en cualquiera de las referencias 5, 6 y 13. Para el caso en el que se desee integrar una viga de concreto reforzado como soporte al mismo tipo de sistema para conformar una sola sección (Viga "T") puede consultarse igualmente la referencia 12 y el "Manual de Diseño de Perfiles Estructurales en Acero de Lámina Delgada Grado 50" de Acesco.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

### 5.3.4.3. Cargas Ambientales y Cargas Dinámicas

El desarrollo de las grandes ciudades impone situaciones particularmente críticas en cuanto a vibraciones se refiere y que deben considerarse en el diseño de cualquier tipo de entrepiso. Se tiene el caso de edificaciones de luces intermedias a grandes ubicadas en cercanías de una fuente importante de vibraciones ambientales y cimentadas superficialmente sobre suelos blandos, lo cual establece un aspecto fundamental a considerar en el diseño del entrepiso.

En general el problema se vuelve crítico en zonas con suelos blandos, ya que estos tienden a amplificar las señales ondulatorias que le llegan, incluso de fuentes lejanas a la edificación.

Aunque el problema es difícil de cuantificar, en los casos en los que exista la probabilidad de ocurrencia del fenómeno se recomienda:

- Minimizar las luces libres máximas entre elementos de apoyo, tanto para la estructura de soporte como para la placa misma.
- Mantener la siguiente relación de las placas de entrepiso:  $Le / h \leq 25$

Donde,

- $Le$  = Longitud de la luz libre (mm).
- $h$  = Espesor nominal total de la losa (mm).

En algunos casos particulares esta relación deberá ser aún más exigente.

- Tratar de considerar en el diseño la posibilidad de cimentaciones profundas.

Por otro lado la aplicación de cargas dinámicas durante lapsos prolongados como es el caso de motores, equipos para izaje, etc, interfieren con la adherencia mecánica entre el concreto y la lámina, que es lo que finalmente proporciona la capacidad de acción compuesta lámina-concreto.

En algunos casos se ha utilizado acero de refuerzo en la dirección perpendicular a la luz y colocado (incluso mediante soldadura) en la parte superior de los nervios de la lámina colaborante tanto para mejorar la adherencia entre los dos materiales como para distribuir de mejor manera las cargas concentradas actuantes.

### 5.3.4.4. Voladizos

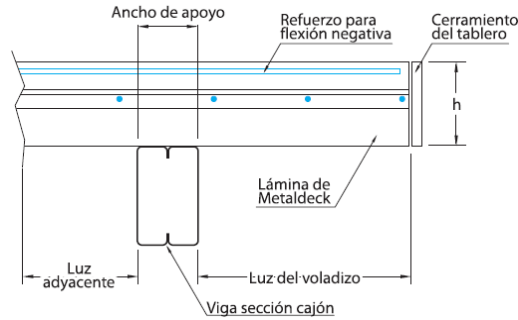
Para el diseño de voladizos, la lámina de acero debe considerarse únicamente como formaleta permanente para el concreto y deberá disponerse el refuerzo negativo (en la parte superior de la losa) para que este absorba la totalidad del momento flector del voladizo (figura 19).

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

El ingeniero estructural deberá dar el detalle de la posición y diámetro de las varillas de refuerzo.

Figura 19. Sistema Steel Deck en Voladizo.

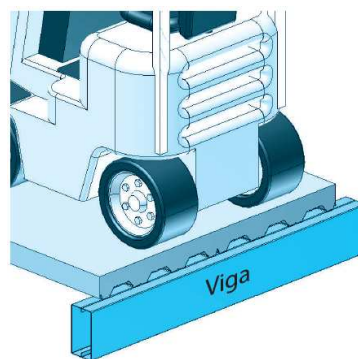


#### 5.3.4.5. Estructura de Parqueo

El sistema de losa compuesta con lámina de acero se ha utilizado con éxito en muchas estructuras de parqueo. Al respecto se establecen las siguientes recomendaciones específicas:

- Las losas deben diseñarse como losa de luces continuas y deberá disponerse para tal efecto el refuerzo de flexión negativo en los apoyos.
- Debe proporcionarse refuerzo adicional al recomendado en el presente manual con el fin de minimizar el agrietamiento producido por problemas de retracción de flujo plástico y cambios de temperatura, y también para garantizar una mejor distribución de las cargas concentradas.

Figura 20. Estructura de Parqueo.



\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

#### **5.3.4.6. Protección de la Lámina**

La lámina del producto Metaldeck viene protegida con una capa de zinc que conforma el galvanizado y que la protege de la intemperie y de los efectos normales del clima y del ambiente. Sin embargo, cuando se presentan situaciones de contaminación directa, efectos de climas adversos, ambientes marinos muy agresivos o cualquier situación extraordinaria que pueda generar el deterioro de la lámina de acero, deben tomarse las precauciones necesarias para proteger el elemento durante toda la vida útil de la estructura. En el caso que no pueda garantizarse estas medidas de protección, la lámina de acero deberá utilizarse únicamente como formaleta y la losa de concreto se reforzará adecuadamente con mallas o barras de acero para soportar la totalidad de las cargas actuantes.

El recubrimiento mínimo manejado para el producto Metaldeck es G-60 (Z180) (180 gr/m<sup>2</sup> de zinc por ambas caras).

#### **5.3.4.7. Resistencia al Fuego**

De acuerdo con la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98, los sistemas de entrepiso para construcciones convencionales requieren una resistencia al fuego normalizado según la norma ISO 834 de 1 hora para edificaciones con baja capacidad de combustión, tales como edificaciones para vivienda, otras de 2 horas para edificaciones de riesgo intermedio y de 3 horas para edificaciones de mayor riesgo como hospitales y bodegas donde se manejan elementos combustibles o explosivos.

El sistema de entrepiso, específicamente la lámina colaborante a que hace referencia el presente manual, ha sido sometida a ensayo para estudiar su resistencia al fuego, permitiendo establecer entre otros factores, las conclusiones registradas en la tabla 11.

La tabla 11 relaciona la duración horaria ante el fuego con espesores de concreto de peso normal sobre la cresta de la lámina de acero. El sistema en cuestión, con una losa de concreto de unos 50 mm de espesor sobre la cresta, alcanza resistencias de 3 horas con la recomendación de aplicar una protección con fibra tipo JN, según criterio de Fire Resistance Directory publicada por Underwriters Laboratories, Inc (referencia 24).

En la guía publicada por el UL se establecen duraciones en horas para sistemas de pisos restringidos y no restringidos. Para la gran mayoría de los casos, el sistema basado en el producto Metaldeck se considera restringido.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Tabla 11. Espesores de Concreto sobre la Cresta para duración ante el Fuego.

Duración horas	Cubierta concreto $t_e$	Se requiere protección contra fuego?
2	4.5"(115mm)	NO
2	2.5"(65mm)	SI
3	2.5"(65mm)	SI
3	5.25"(135mm)	NO

#### **5.3.4.8. Lámina de Acero como Plataforma de Trabajo (Solo Formaleta)**

La lámina de acero puede utilizarse sin consideración de la sección compuesta para conformar una plataforma de trabajo temporal o permanente. Para este caso no se considera la acción compuesta lámina-concreto.

Esta plataforma estará sometida a tráfico de diferente tipo (personal, carretillas, maquinarias, etc.) y podrá soportar las diferentes clases de carga transitoria o permanente.

Para esta aplicación específica como plataforma en entresijos se requieren normalmente consideraciones especiales de diseño sobre las luces máximas, sistemas de protección, y cargas de diseño del orden de 50 psf (2.4 kPa).

### **5.4. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS**

#### **5.4.1. Manejo e instalación de la lámina en acero steel deck**

En este literal del manual son establecidas las etapas fundamentales a seguir en el proceso de manejo e instalación de este material constructivo referenciado especialmente al producto de marca Metaldeck, desde el momento de fabricación hasta su colocación final en obra.

##### **5.4.1.1. Empaque, Transporte, Recepción y Descargue**

Los parámetros establecidos en cuanto a los procesos de empaque, transporte, recepción y descargue de las láminas de acero se mencionan a continuación:

- Los paquetes de láminas de acero se arman con elementos de igual calibre y referencia, especificando cada longitud con una tarjeta diferente. En la medida que se prevea un ordenamiento de las láminas, los paquetes pueden ser entregados con la previa identificación.

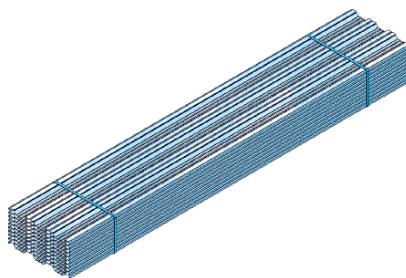
\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

- Estos paquetes se conforman máximo por 25 unidades, apilados en grupos de a cuatro, y pueden llegar a estar por peso en un intervalo de 20 kN a 35 kN (2.0 ton a 3.5 ton). En caso de requerirse pesos diferentes para el manejo en obra debe especificarse claramente en la orden de pedido.
- Cada paquete de láminas debe ir identificado con una marca en tinta indeleble que indique el tipo de producto, calibre, espesor (mm), grado del material (Grado 40) y el correcto lado de instalación.
- El transporte del material requiere de un vehículo carpado.
- Los paquetes de láminas se colocarán sobre estibas dispuestas en el piso del planchón del camión de tal manera que no se flecten ni deformen. También se deben utilizar maderos como separadores entre los paquetes.
- En la entrega del material debe disponerse de un acceso adecuado a la obra y contar con personal entrenado en el manejo de este tipo de material. Este acceso debe estar en la capacidad de soportar tanto al equipo de izaje como al camión de transporte.
- El equipo de izaje debe ser apropiado para levantar los paquetes de láminas y colocarlos en el sitio de almacenamiento previsto en la estructura.
- La descarga de los paquetes de láminas se puede realizar en forma mecánica o manual.
- Si el proceso de descarga se realiza de manera mecánica a través de una grúa, se deben colocar los cables del dispositivo de ésta en los extremos de los paquetes de láminas, realizando el traslado de la manera correspondiente.
- Cuando la descarga se efectúe con un montacargas, se recomienda colocar un madero en el lugar de las uñas de la máquina para así evitar que estas marquen o maltraten el producto.
- En el caso de descarga manual se requiere de cuatro personas para la correcta manipulación del material; dos personas sobre la plataforma y dos más por debajo de ella para que almacenen el producto sobre las estibas.
- Todo el material debe ser inventariado en el mismo momento de su recepción. Cualquier diferencia hay que indicarla claramente en la remisión para su posterior revisión, además de notificar de manera inmediata al distribuidor del producto.

Los esquemas registrados a continuación, ilustran la secuencia de los procesos contemplados en este literal.

Figura 21. Esquema de los Paquetes de Entrega.



\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Figura 22. Esquema de Transporte de los Paquetes de Láminas de Acero.

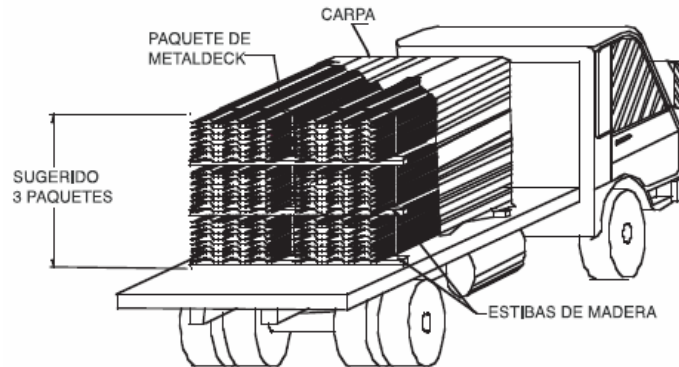


Figura 23. Esquema de Descarga de los Paquetes de Láminas usando Montacargas.

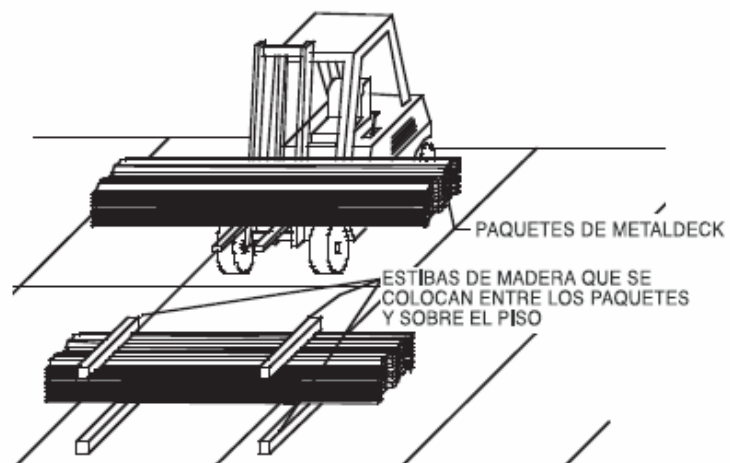
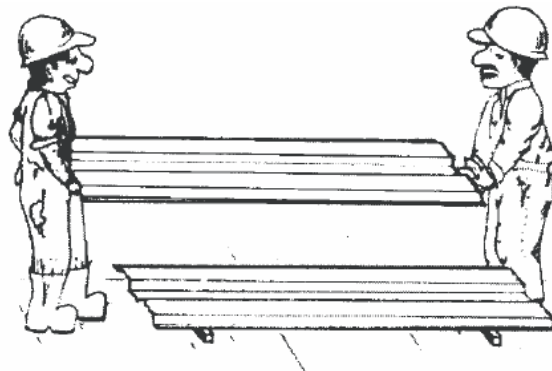


Figura 24. Esquema de Descarga de los Paquetes de Láminas en Forma Manual.



\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

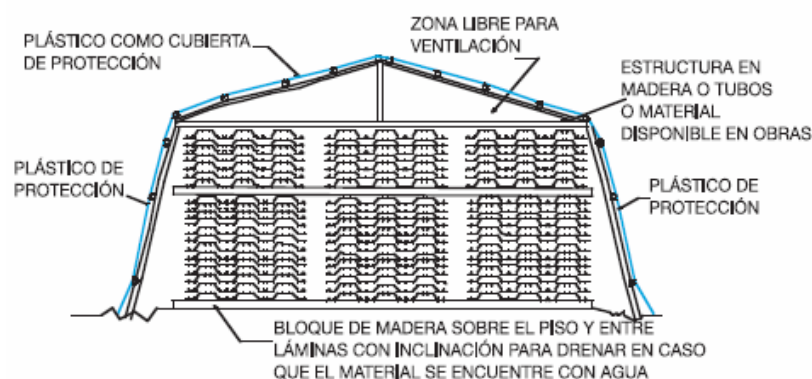
### 5.4.1.2. Almacenamiento y Protección

El procedimiento a seguir en cuanto al almacenamiento y protección del material, una vez recibido en obra, se puede generalizar de la siguiente manera:

- El almacenamiento de los paquetes de láminas de acero deberá realizarse en un sitio protegido de la intemperie y aislado del terreno natural. Como material de apoyo base se recomiendan elementos de madera que garanticen su aislamiento del terreno natural.
- El sitio de almacenamiento debe estar adecuadamente ventilado para evitar condensación de humedad y mantenerse a temperatura ambiente normal.
- Cada lámina debe sujetarse convenientemente de manera que el viento no pueda levantarla.
- El sello indeleble debe ir siempre hacia abajo lo cual indica el sentido correcto de colocación de la lámina.
- En el caso de almacenamiento en la estructura misma que se construye, deben seleccionarse sitios sobre vigas principales cercanas a columnas o muros de apoyo.
- En ningún caso deben utilizarse como zona de almacenamiento pórticos no arriostrados o láminas de acero no ancladas o no arriostradas.
- El sitio de almacenamiento debe ser plano y estar cercano al lugar de instalación.
- Es necesario cubrir el material para evitar daños por humedad, mediante el uso de una carpa, plástico o un techado provisional.
- Debe darse una pequeña inclinación a la lámina en su lugar de acopio para que el agua que pueda llegar a caerle, ruede y no se estanque.

Las figuras presentan algunas de las recomendaciones antes mencionadas.

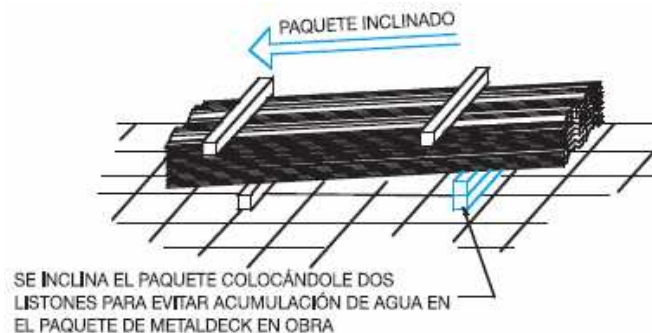
Figura 25. Esquema de Almacenamiento de los Paquetes de Láminas. (Sitio Cubierto).



\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Figura 26. Esquema de Pendiente para el Material Almacenado.



#### 5.4.1.3. Manejo e Izaje

Cada proyecto en particular debe desarrollar su propio plan de montaje del material, donde se especifique claramente el manejo en obra, izaje e instalación de las láminas de acero, en su sitio definitivo. Sin embargo, es posible establecer de forma general los siguientes parámetros como un indicativo en estos procesos:

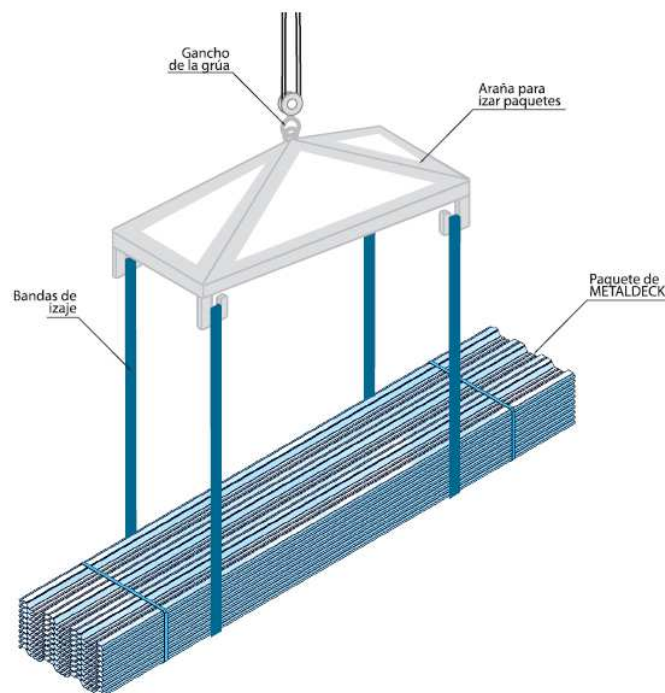
- La mayoría de las instalaciones se realizan en estructuras elevadas y existe siempre el riesgo de caída, por lo que se hace necesario tomar todas las precauciones que garanticen la seguridad de los trabajos en altura.
- Todas las rutas y áreas de acceso deben estar monitoreadas permanentemente para evitar la presencia de equipos, materiales o desechos que puedan entorpecer el proceso de instalación.
- Debe minimizarse el tráfico de personas por las áreas de tránsito de las láminas.
- El personal deberá utilizar en todo momento los implementos de seguridad necesarios para el trabajo particular que se encuentra desarrollando.
- Los bordes y las esquinas de la lámina son especialmente peligrosos, por lo tanto el manejo de este material debe ser realizado solo por personal capacitado y consciente de los riesgos que se corren con su manipulación.
- La estructura debe estar lista al momento de la instalación de las láminas.
- Verificar la nivelación y las conexiones de la estructura de soporte, es un paso predecesor primordial en la instalación de las láminas.
- Debe corroborarse la presencia de apuntalamiento temporal en caso de necesidad.
- La operación de izaje debe dirigirse y manejarse en forma cuidadosa. Los paquetes de láminas deben sujetarse en forma adecuada, de manera que no se presente inclinación excesiva durante el izaje, y puedan controlarse las rotaciones y movimientos del conjunto, para que el proceso de izaje no dañe las láminas.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

- Deben sujetarse cuerdas directamente a los paquetes para el direccionamiento de la carga.
- Nunca deben moverse los paquetes halando desde las bandas de enzunchados.
- Si es posible, deben apilarse los diferentes paquetes a lo largo de las vigas principales en pequeños conjuntos en lugar de almacenar todo el material en un área concentrada.
- Debe advertirse claramente a los trabajadores encargados del movimiento de la carga que no la deben perder de vista hasta que se encuentre ubicada en forma segura sobre la estructura.
- La colocación final de los paquetes debe ser tal que los dos extremos del mismo queden apoyados sobre una superficie uniforme, nunca en voladizo.
- Los paquetes deben posicionarse de manera que se facilite la distribución de las láminas y, en lo posible, orientarse de forma que no haya necesidad de girarlas.
- Las láminas sueltas a las que se les haya quitado el enzunchado deben asegurarse para evitar que sean levantadas por el viento.

Figura 27. Manejo e Izaje de los Paquetes de Láminas de Acero.



\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

#### **5.4.1.4. Instalación de Láminas de Acero. (Parámetros Generales)**

A continuación se mencionan los pasos claves a seguir en obra, al momento de instalar un tablero de entepiso en láminas de acero, para cualquiera de los tipos de estructura existentes en el mercado (Estructura en Concreto, en Acero ó Mixta):

- Todas las láminas de acero deben tener la longitud de apoyo suficiente y el anclaje necesario para garantizar su estabilidad y apoyo durante la construcción.
- Todas las áreas que vayan a estar sometidas a tráfico pesado o repetido, cargas concentradas importantes, cargas de impacto, cargas de ruedas o similares, deben protegerse de manera adecuada mediante entablado o cualquier otro método aprobado para evitar sobrecarga y/o daño.
- Todas las láminas dañadas que tengan cualquier tipo de distorsión o deformación causado por prácticas constructivas deben repararse, reemplazarse o apuntalarse a satisfacción del interventor del proyecto, antes de la colocación del concreto.
- Con el fin de conformar una plataforma segura de trabajo y evitar daños en las láminas, estas deben anclarse a los apoyos y sus bordes conectarse tan rápido como sea posible.
- Si se van a utilizar láminas para acceder al sitio donde se ha colocado el paquete, estas deben colocarse con apoyos en los extremos, nunca en voladizo, y deben además sujetarse al pórtico para evitar su deslizamiento.
- Cada zona de trabajo debe tener al menos 4.00 m de ancho.
- Alrededor o al frente de cada paquete debe delimitarse una zona de trabajo de manera que se tenga fácil acceso al material, de esta manera se puede ir extendiendo la plataforma de trabajo en la dirección deseada.
- En el plan de instalación deben definirse claramente el punto de inicio de la instalación y la secuencia de la misma, con el fin de garantizar una adecuada orientación de las láminas. Dicho plan de instalación está sujeto a la geometría propia del área a cubrir.
- Siempre habrá al menos un trabajador sobre el pórtico de apoyo de manera que se garantice protección contra caídas durante el montaje de las láminas.
- Cuando se requieran cortes de láminas en obra por geometrías irregulares, se hace indispensable el uso de sistemas de corte aplicables al acero galvanizado tales como corte por abrasión (pulidoras, con disco de asbesto preferiblemente), corte por acetileno (soplete) o con electrodos (soldadura).
- Debe prestarse especial atención a la instalación de las láminas de acero para que sean montadas en la posición correcta, y así garantizar que trabajarán en la forma prevista, pues su colocación invertida reduce la capacidad de carga de la losa en general.
- A medida que avanza la colocación de las láminas siempre habrá un borde longitudinal libre o “suelto”. Este borde solo debe utilizarse para la colocación de la siguiente lámina.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

- Cuando se esté alineando el borde de la lámina el trabajador debe inclinarse, de manera que se disminuya la posibilidad de caída.
- Las láminas de deben sujetarse unas con otras en sentido longitudinal de acuerdo con el concepto de fijación lateral definido en el numeral 5.2.10. del presente manual.
- Una vez colocado un conjunto de láminas y tan pronto como sea posible deben protegerse todos los bordes y aberturas en la losa con cables, cuerdas, divisiones o cualquier dispositivo de alerta y protección.
- Los huecos pequeños en la losa deben taparse con un recubrimiento seguro y anclado para evitar su desplazamiento accidental.
- No se recomiendan los traslajos en el apoyo. Los resaltes y el perfil de la lámina de acero pueden dificultar esta operación. Por otra parte, este traslajo puede dificultar la labor de soldadura sobre los apoyos.
- Para evitar las fugas de concreto, por las crestas de la lámina, se recomienda la instalación de las tapas diseñadas para tal fin.
- La necesidad de apuntalamiento temporal durante la construcción debe investigarse cuidadosamente, pues depende de la luz que cubre la lámina. En caso de requerirse, el apuntalamiento debe diseñarse e instalarse de acuerdo con las normas aplicables y debe mantenerse en su sitio hasta que el concreto de la losa alcance el 75% de la resistencia a la compresión especificada. Generalmente esta especificación coincide con emplear apuntalamientos temporales en la mitad de la luz de las láminas, con una permanencia de 10 a 15 días.
- Cualquier otro grupo de trabajo, diferente al de instalación, debe mantenerse por fuera de la plataforma de trabajo y del área inmediatamente inferior durante todo el proceso de montaje.
- Deben tomarse las precauciones necesarias durante el corte de los zunchos para evitar que estos caigan directamente sobre personal o equipos adyacentes.
- Antes de la instalación de cualquier lámina debe instruirse a todo el personal sobre los aspectos de la instalación, incluyendo los peligros y riesgos. Puede conseguirse información adicional en el AFL-CIO, (referencia 10).
- Cuando se desee seleccionar láminas de acero para trabajo como solo formaleta, es decir, sin considerar la acción compuesta lámina-concreto, debe hacerse de manera que resistan al menos 2.4 kPa (50 psf) de capacidad como plataforma de trabajo. Si llegan a requerirse apoyos temporales para garantizar esta capacidad, estos apoyos deben colocarse en su sitio antes de iniciar el proceso de montaje.
- Esta carga de 2.4 kPa (50 psf) no incluye el peso propio de concreto, ya que se considera como una hipótesis independiente de carga. Para esta última condición descrita de trabajo remitirse a las especificaciones del SDI For Non-Composite Steel Floor Deck (referencia 16).
- Las láminas de acero "Steel Deck" deben instalarse de acuerdo con los planos finales aprobados para construcción.
- La instalación debe llevarla a cabo personal calificado y entrenado.

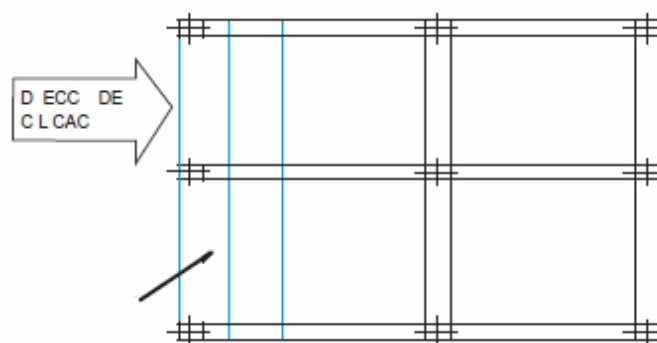
\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

- Usualmente las láminas se dejan expuestas en la parte inferior dada su aplicación estética.
- Es estrictamente necesario verificar la correcta instalación de las viguetas de apoyo de las láminas.
- No se debe por ningún motivo instalar las láminas del sistema si la estructura no cumple por completo con la especificación de distancia entre apoyos, definida por el ingeniero calculista.
- El alineamiento de los nervios debe ser perpendicular a las viguetas de apoyo de la lámina.
- De ser posible debe mantenerse el alineamiento de los nervios de manera que se garanticen viguetas continuas de concreto a través de bordes de láminas a tope.
- Los nervios no alineados pueden causar problemas de cerramiento que pueden interrumpir el diseño de la losa. Un alineamiento adecuado puede lograrse únicamente si cada una de las láminas de acero se ajusta adecuadamente a medida que se va colocando.
- Errores acumulados en el ancho de cubrimiento de las láminas a lo largo de una dirección específica, no pueden corregirse con las últimas láminas del tramo. La experiencia en sitio ha demostrado que la frecuencia en las marcaciones para el posicionamiento determina la precisión en el alineamiento de los nervios y pliegues. Este esfuerzo mínimo al momento de colocación de los tableros elimina la necesidad de correcciones complicadas en el sitio de instalación.
- También son aceptables en general brechas en los bordes colocados a tope y no es responsabilidad del fabricante que se logre el empalme perfecto.
- Al pintar la lámina de acero es necesario preparar la superficie para que la pintura tenga una buena adherencia. Primero debe usarse lija N° 400 para dar una textura basta al material y posteriormente debe aplicarse el anticorrosivo.

Los siguientes esquemas enseñan la importancia que radica en el punto de inicio de la instalación de las láminas de acero que conforman la placa.

Figura 28. Dirección de Instalación de Láminas de Acero. Plataforma de Geometría Regular.

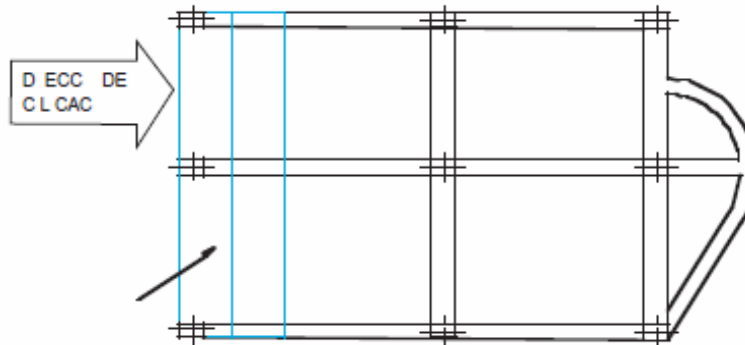


\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Dada la geometría regular de la placa, resulta insignificante escoger el punto de inicio de la instalación de las láminas, pues la complejidad es la misma al comenzar en uno o en el otro extremo de la placa.

Figura 29. Dirección de Instalación de Láminas de Acero. Plataforma de Geometría Irregular.



En este caso la geometría irregular de la losa recomienda comenzar la instalación por el lado regular, dejando para el final la parte irregular.

Los modelos siguientes buscan explicar de mejor manera los principales parámetros que encierra este proceso de instalación de láminas de acero en obra.

Figura 30. Corte de Láminas en Obra.

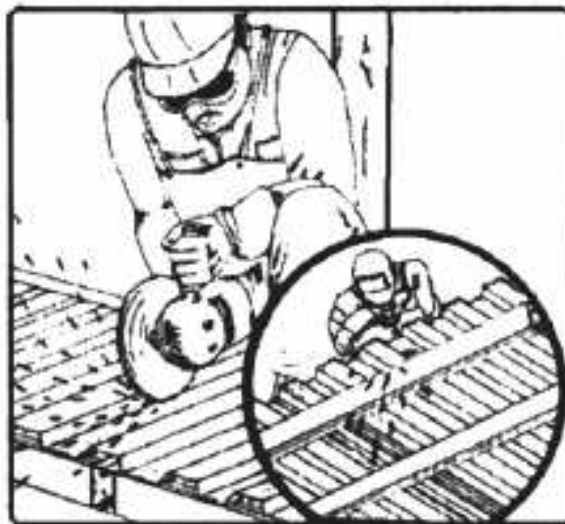


Figura 31. Posición de Instalación de las Láminas de Acero.

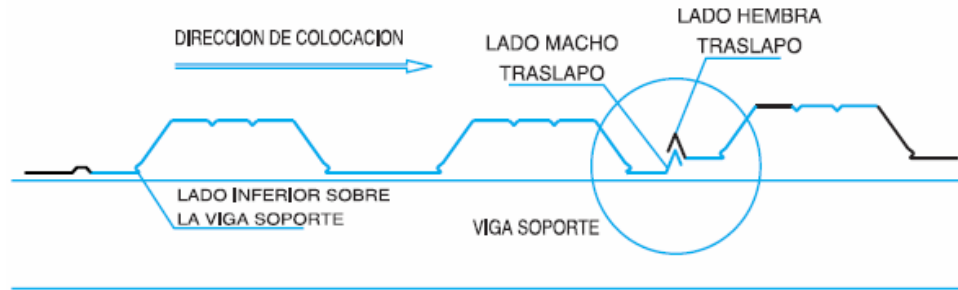


Figura 32. Apuntalamiento Temporal.

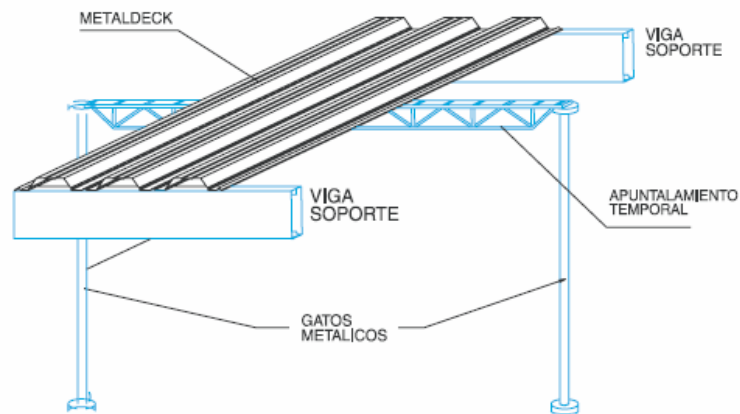
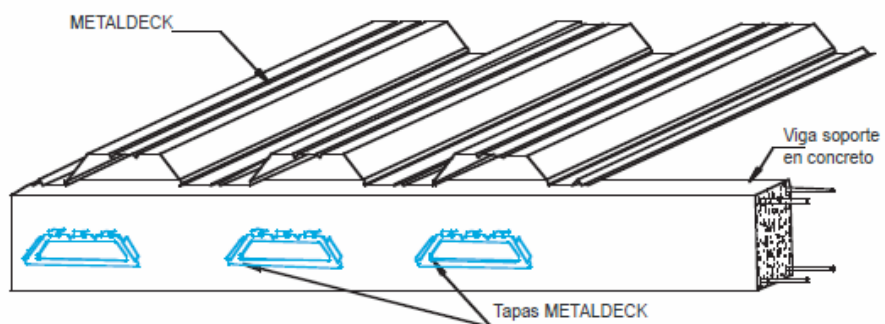


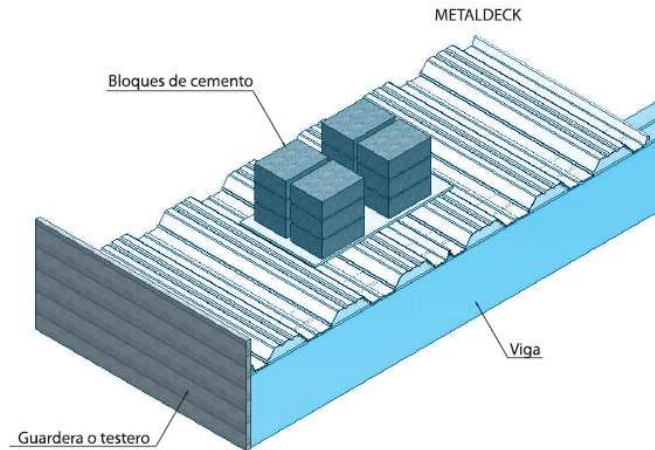
Figura 33. Tapas de Cierre.



\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Figura 34. Plataforma de trabajo.



#### 5.4.1.5. Instalación de Láminas de Acero sobre Vigas de Concreto

El concreto como material base en la conformación de los elementos principales de una edificación, ofrece diferentes opciones para la construcción y apoyo de sus losas de entrepiso con láminas de acero. Entre las más sobresalientes se tienen:

- Instalación de Láminas de Acero Sobre Vigas Prefabricadas de Concreto.
- Vigas de Concreto y Sistema Steel Deck Fundidos en Dos Etapas.
- Vigas de Concreto y Sistema Steel Deck Fundidos Monolíticamente.

A continuación se realiza una descripción del proceso constructivo que encierra cada una de estas posibilidades en obra.

#### ❖ **Instalación de Láminas de Acero Sobre Vigas Prefabricadas de Concreto**

Los pasos que demarcan a este proceso especial de conformación de losa de entrepiso, se expresan como sigue:

- Fundir las vigas dejando pelos de varilla de 5/8" cada 60 cm máximo, con el fin de amarrar las láminas a la estructura principal.
- La altura del conector debe ser como mínimo de 3.9 cm, medidos a partir de la cresta de la lámina, como se detalla en la figura 35.
- Tener en cuenta la geometría de la lámina, con el fin de garantizar que los conectores queden siempre en los valles de esta. (figura 36).
- Instalar las láminas de acero con un apoyo mínimo de 4 cm sobre la viga.
- Situar, en caso de requerirse, el apuntalamiento temporal.
- Realizar la fijación lateral.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

- Colocar posteriormente las instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias.
- Ubicar el acero por retracción de fraguado y temperatura, tras instalar la tubería que debe ir embebida en la placa.
- Vaciar el concreto de fundición de la losa de entrepiso.

Figura 35. Conector de la Varilla.

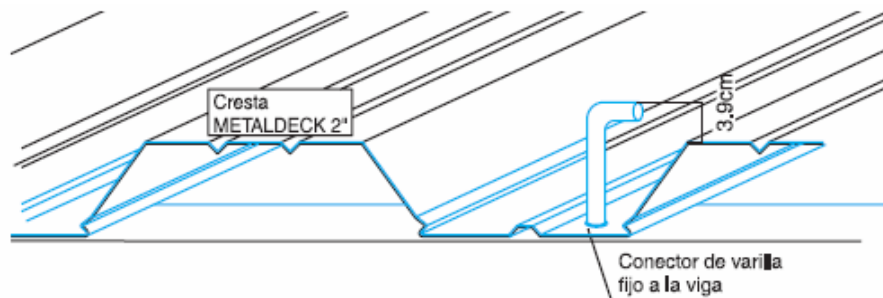
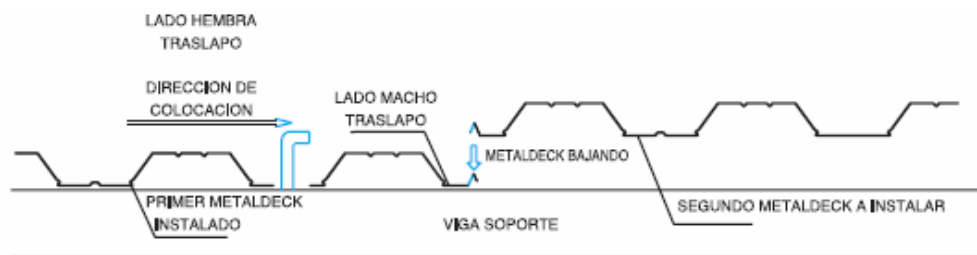


Figura #.36. Instalación de Lámina de Acero sobre Viga de Concreto mediante Conectores.



### ❖ Vigas de Concreto y Sistema Steel Deck Fundidos en Dos Etapas

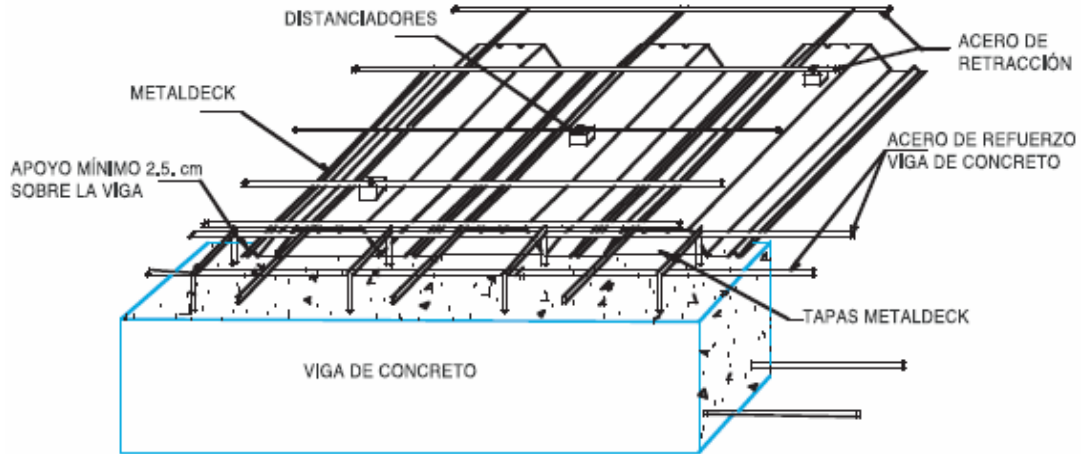
El proceso de instalación de láminas de acero para este caso en particular, se encuentra regido por la siguiente técnica:

- Fundir las vigas de concreto hasta la altura de colocación de las láminas, como se detalla en la figura 37.
- Instalar las láminas de acero dejando un apoyo mínimo sobre la viga de 2.5 cm
- Instalar el apuntalamiento temporal de ser necesario.
- Realizar la fijación lateral.
- Colocar posteriormente las instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias.
- Ubicar el acero por retracción y temperatura una vez instalada la tubería que va embebida en la losa.
- Vaciar el concreto para concluir con la fundición de la viga y de la losa de entrepiso.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

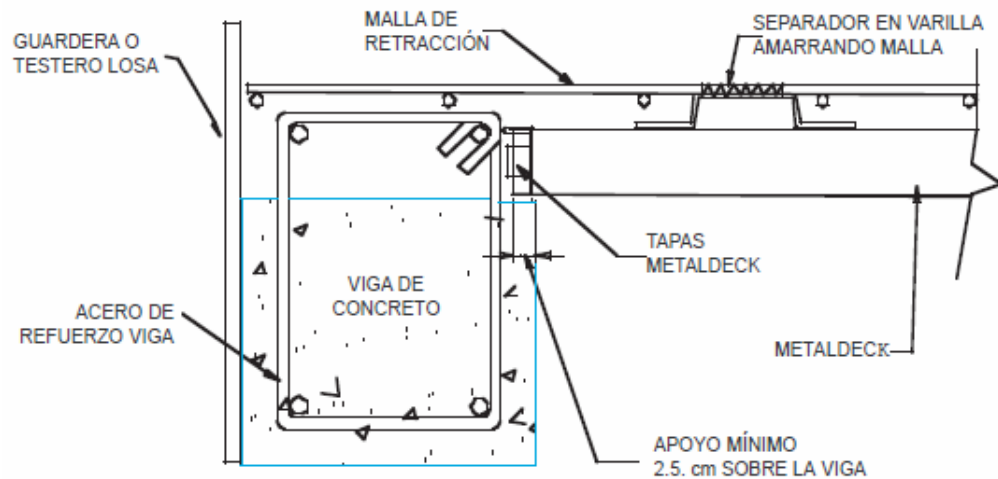
\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Figura 37. Instalación de Láminas según Altura de Viga y Recubrimiento Mínimo para Apoyo.



El siguiente esquema presenta la sección transversal comprometida en este tipo de instalación del sistema Steel Deck.

Figura 38. Sección Transversal de Instalación de Láminas de Acero sobre Vigas de Concreto.



### ❖ Vigas de Concreto y Sistema Steel Deck Fundidos Monóticamente

El procedimiento que demarca a este esquema de instalación del sistema Steel Deck se encuentra orientado por las siguientes etapas:

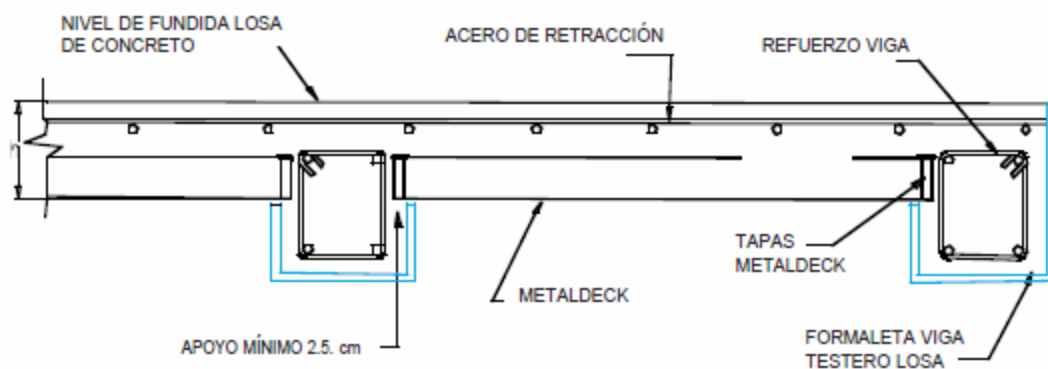
\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

- Apoyar e instalar las láminas de acero sobre los testeros de viga con un recubrimiento de al menos 2.5 cm, como se enseña en la figura 37.
- Colocar el apuntalamiento temporal pertinente, en caso de requerirse.
- Instaurar la fijación lateral.
- Ubicar posteriormente las instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias.
- Situar el acero por retracción de fraguado y temperatura tras ser instalada la tubería que debe ir embebida en la placa.
- Vaciar el concreto del sistema, teniendo en cuenta que se debe comenzar por la fundición de las vigas, para continuar después con el proceso en la losa.

La sección transversal monolítica de losa de entrepiso y vigas de soporte se enseña en la figura 39.

Figura 39. Sección Transversal de Fundición Monolítica de Vigas y Losa de Entrepiso.



#### 5.4.1.6. Instalación de Láminas de Acero sobre Vigas Metálicas

Una opción alternativa al concreto, es el empleo de vigas metálicas como soporte del sistema de losa en Steel Deck, ya que esta modalidad constructiva ofrece de forma comprobada, muy buenos resultados en cuanto al comportamiento estructural de la edificación en general.

Las etapas que componen el procedimiento de tal sistema constructivo se enuncian como sigue:

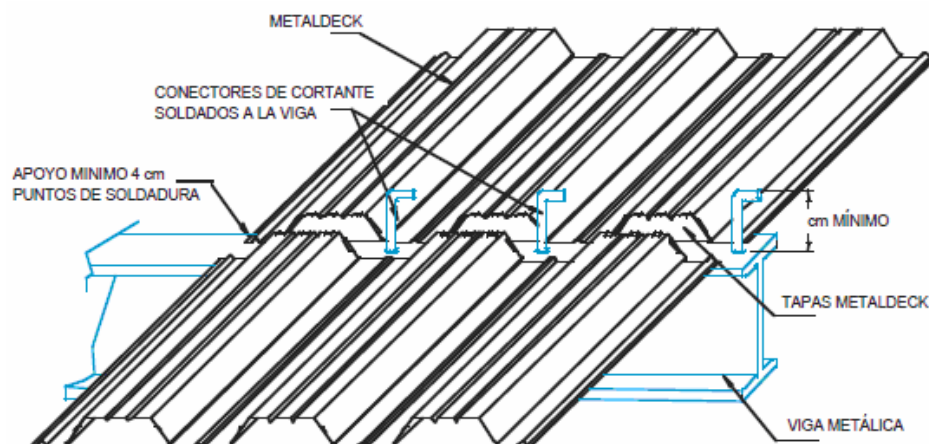
- La instalación de las láminas de acero se debe realizar con un apoyo mínimo de 4 cm, como se muestra en la figura 40.
- Para el caso en el cual se cumpla que dos láminas de acero lleguen a un mismo apoyo, estas pueden dejarse separadas, a tope o una sobre la otra. Lo importante aquí es proporcionar a cada lámina el mínimo de 4 cm de apoyo.
- Es necesario instalar los conectores de cortante sobre la viga o apoyo.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

- Los conectores de cortante pueden ser pernos, tornillos Nelson, canales, varillas dobladas o los ofrecidos en el mercado.
- Las soldaduras recomendadas en la colocación de los conectores a la viga o al apoyo (perfil acesco) son las E6010 / E6011 / E6013.
- Los conectores de cortante tipo perno deben sobresalir como mínimo 3.9 cm sobre la cresta de la lámina.
- Debe garantizarse un recubrimiento de por lo menos 1.2 cm de concreto por encima de la parte superior del conector.
- Los conectores deben ser instalados de acuerdo con las recomendaciones del ingeniero calculista.
- En caso de requerirse, debe situarse el apuntalamiento temporal respectivo.
- Debe realizarse la fijación lateral de las láminas que conforman al entrepiso.
- Posteriormente deben distribuirse sobre la losa, las instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias.
- Tras instalar toda la tubería que debe ir sumergida en la placa, se ubica el acero que controla la retracción del fraguado y la temperatura.
- Finalmente se ejecuta la fundición de la losa de entrepiso al vaciar sobre ella el concreto especificado por diseño.

Figura 40. Recubrimiento Mínimo para Apoyo de Láminas de Acero sobre Vigas Metálicas.



#### 5.4.1.7. Seguridad

Las superficies de las láminas de acero se vuelven resbalosas cuando se encuentran húmedas, por lo tanto se hace necesario tomar las precauciones al respecto cuando esto ocurra para así evitar accidentes de trabajo.

Las siguientes son algunas recomendaciones de seguridad, importantes en el manejo e instalación de este material constructivo:

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

- Asegurar que el aparejo de carga esté bien ajustado para mantener las cargas colgantes en forma balanceada.
- No permitir estacionamiento de personal bajo cargas que estén siendo levantadas.
- Mantener siempre las cargas elevadas a la vista.
- Utilizar señales de mano apropiadas o comunicación por radio con los operadores de las grúas.
- Verificar los planos de montaje para descargar los tableros en la posición y orientación correctas, con el objeto de evitar girar las láminas al momento de la instalación.
- Chequear que los paquetes estén seguros y estables antes de cortar las bandas.
- Poner especial atención a láminas de una sola luz, ya que por ser más cortas, su manejo es más peligroso.
- Verificar que las láminas estén firmemente sujetas antes de ser utilizadas como plataforma de trabajo.
- Al cortar los zunchos de los paquetes, la persona encargada debe utilizar las dos manos y mantenerse alejada de ellos, debido a que los zunchos están en tensión. Se recomienda a la vez utilizar protección visual.
- Verificar que los cortes y aberturas en la losa estén adecuadamente protegidos, asegurados y señalizados.
- Utilizar líneas marcadas con tiza o similar para ubicar en forma precisa la estructura de soporte.
- Mantenerse en constante alerta de los bordes afilados.
- Nunca se deben instalar láminas de acero en tiempos lluviosos.
- Usar zapatos de caucho antideslizantes. Nunca utilizar zapatos de suela.
- Mantener limpio el sitio de trabajo.
- Utilizar protección visual cuando se esté cerca de los trabajos de soldadura.
- Se recomienda utilizar gafas de sol y protección contra quemaduras al instalar laminas galvanizadas en días muy soleados.

## **5.4.2. Anclaje de láminas en acero steel deck**

### **5.4.2.1. Requisitos Básicos**

El que la lámina pueda cumplir con las funciones para las que fué diseñada y sirva también como plataforma de trabajo depende de sujetar y anclar de manera adecuada dicha lámina a la estructura de soporte.

Normalmente la lámina se utiliza como parte del sistema de arriostamiento principal, y su patrón y método de sujeción es seleccionado de manera que proporcione una resistencia y rigidez determinadas en el plano de la losa. No debe permitirse la sustitución en el patrón o tipo de sujeción sin la aprobación directa del diseñador.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Las láminas con luces mayores a 1.50 m deben tener los traslapes laterales y los bordes perimetrales (a las vigas de soporte perimetral) unidos a la mitad de la luz o a intervalos de 1.00 m; prima la menor de las dos.

El anclaje o sujeción de los bordes perimetrales al ala superior del elemento estructural de soporte o a la superficie de apoyo directamente, puede requerirse para proporcionar estabilidad lateral a la lámina. Sin embargo, su función principal es la de anclar la lámina a la estructura para permitir su utilización como plataforma de trabajo.

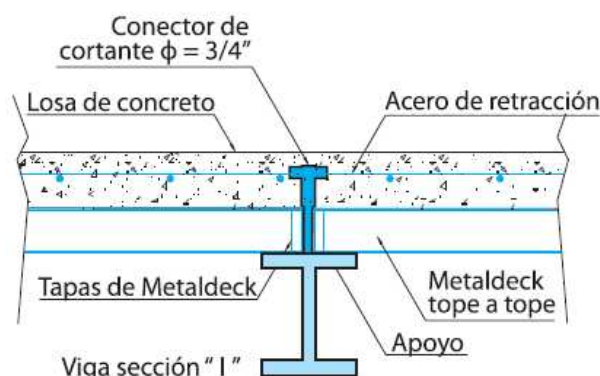
La sujeción de las láminas al marco de la estructura puede realizarse mediante tornillos auto perforantes o sujetadores colocados con pistolas neumáticas o eléctricas, mediante sistema de fijación por pólvora, sistemas epóxicos, anclajes mecánicos o soldadura. El apoyo de borde mínimo recomendado para el tablero debe ser 40 mm (4 1/2"). Si el apoyo de borde es menor que 40 mm se debe proporcionar sujeción adicional y verificar que la capacidad de carga del borde de la lámina esté acorde con las especificaciones del AISI (NAS2004) (referencia 3).

Cuando únicamente se utilizan soldaduras como sistema de unión y anclaje, deben colocarse puntos de soldadura de 5/8" de diámetro nominal o equivalente en todos los nervios de borde y en un número suficiente de nervios interiores hasta proporcionar un espaciamiento promedio máximo de 300 mm (1 pie).

El máximo espaciamiento entre puntos adyacentes de sujeción no debe exceder de 450 mm. Puede utilizarse igualmente soldadura en filete con longitud mínima de 25 mm (1 pulg) en cada punto.

Si se colocan pernos de corte soldados en su sitio con equipo especial (de acuerdo con AWS D1.1), estos pueden servir como puntos de soldadura para sujetar la lámina al marco de apoyo.

Figura 41. Apoyo de Lámina con Brecha en los Bordes.



\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

#### **5.4.2.2. Sujeciones a Estructuras de Acero**

Para sujetar la lámina de acero al marco estructural pueden utilizarse tornillos auto perforantes que se colocan con pistolas eléctricas especiales. Estas pistolas de tornillos están equipadas con un embrague y un localizador de la profundidad para evitar la aplicación de torque excesivo. Los tornillos son #12 de 1/4" de diámetro, con una punta especial perforante seleccionada de acuerdo al espesor total de metal (lámina más marco) que desea conectarse.

Las herramientas neumáticas operan normalmente a una presión de aire predeterminada, consistente con los requerimientos de sujeción del anclaje de la lámina. El aire se suministra mediante un compresor equipado con un regulador que permite controlar y limitar la profundidad del anclaje.

Los anclajes tienen una cabeza plana en el extremo de empuje y una punta en forma de balín en el extremo de penetración. Una variedad de tamaños está disponible para cumplir los requerimientos de penetración del espesor del acero.

También pueden utilizarse sistemas de pistola y fulminantes en los cuales se fijan clavos de acero mediante pólvora. Se utilizan normalmente para espesores totales de lámina desde 1/4" hasta 1/2", y la longitud de los clavos es normalmente de 5/8".

#### **5.4.2.3. Sujeciones a Estructuras de Concreto**

Cuando la estructura de soporte consiste en una viga o muro de concreto reforzado o mampostería reforzada pueden utilizarse sistemas equivalentes con base en pistolas y pólvoras, con clavos de 1" hasta 3" de longitud.

También pueden emplearse sistemas con base en epóxicos de pega en los cuales se perfora la lámina y el apoyo de concreto con una broca de tungsteno o de diamante; se limpia el orificio con soplador o cepillo de cerda metálica, se inyecta la mitad del hueco con el mortero epóxico y se coloca la varilla, perno o anclaje dejándolo curar durante unas pocas horas para garantizar un buen agarre.

Para varillas de 1/2" de diámetro e inferiores, el hueco debe tener 1/16" adicional al diámetro de la varilla, y para varillas de diámetro superior a 1/2" el diámetro del hueco será 1/8" superior al diámetro de la varilla.

La profundidad de la perforación será de 4 a 12 veces el diámetro de la misma, con un valor recomendado de 9 veces el diámetro.

Finalmente existe gran variedad de anclajes metálicos mediante los cuales, luego de la perforación, se instala el anclaje y posteriormente se colocan varillas roscadas o tornillos roscados que sirven de anclaje final.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

#### **5.4.2.4. Soldaduras**

Las soldaduras deben ser realizadas por personal calificado y en condiciones adecuadas de tiempo, pues una soldadura correcta requiere un contacto apropiado entre los metales a unir.

Una soldadura de calidad en una lámina delgada requiere de experiencia y de una selección apropiada del amperaje y de los electrodos a utilizar; es por esto que toda soldadura debe realizarse bajo los parámetros del Structural Welding Code AWS D1.1 o D1.3.

En términos generales no se recomienda la utilización de soldadura como método de sujeción o anclaje en láminas con espesores de 0.0281 pulg. (calibre 22) o menores. Si se hace absolutamente necesario, se recomienda el uso de arandelas para soldadura solo para estos espesores. En caso de espesores mayores no debe recurrirse a tales arandelas.

Debido a que la mayoría de los trabajos de construcción se realizan al aire libre, la ventilación para los trabajos de soldadura es normalmente adecuada. Sin embargo, para áreas cerradas debe proporcionarse ventilación complementaria. Una ventilación adecuada es extremadamente importante cuando se estén soldando láminas galvanizadas.

Por cuestiones de salud y seguridad de los trabajadores involucrados en las operaciones de soldadura, estos deben utilizar la protección visual pertinente.

Los trabajos de soldadura no deben realizarse cerca de ningún tipo de material combustible, pues las chispas del proceso de corte o soldadura pueden producir incendios. Los trabajos de soldadura pueden ser seguros en un área determinada e inmediatamente, con la presencia de combustible en ella, dicha área se convierte en un espacio inseguro. Por lo tanto, el supervisor de obra debe evitar que se almacenen materiales combustibles en áreas donde vayan a realizarse trabajos de soldaduras o en cercanías de las mismas.

Es importante ejercer una vigilancia permanente tanto en las áreas involucradas en los procesos de soldadura, como en las zonas inferiores correspondientes a ellas.

#### **5.4.2.5. Pernos de Cortante**

Los pernos de cortante soldados en su sitio con equipo especial (AWSD1.1) se instalan normalmente después de haber colocado las láminas que conforman la plataforma de trabajo; por lo tanto, es necesario que tal plataforma esté adecuadamente sujeta a la estructura antes de la instalación de los pernos.

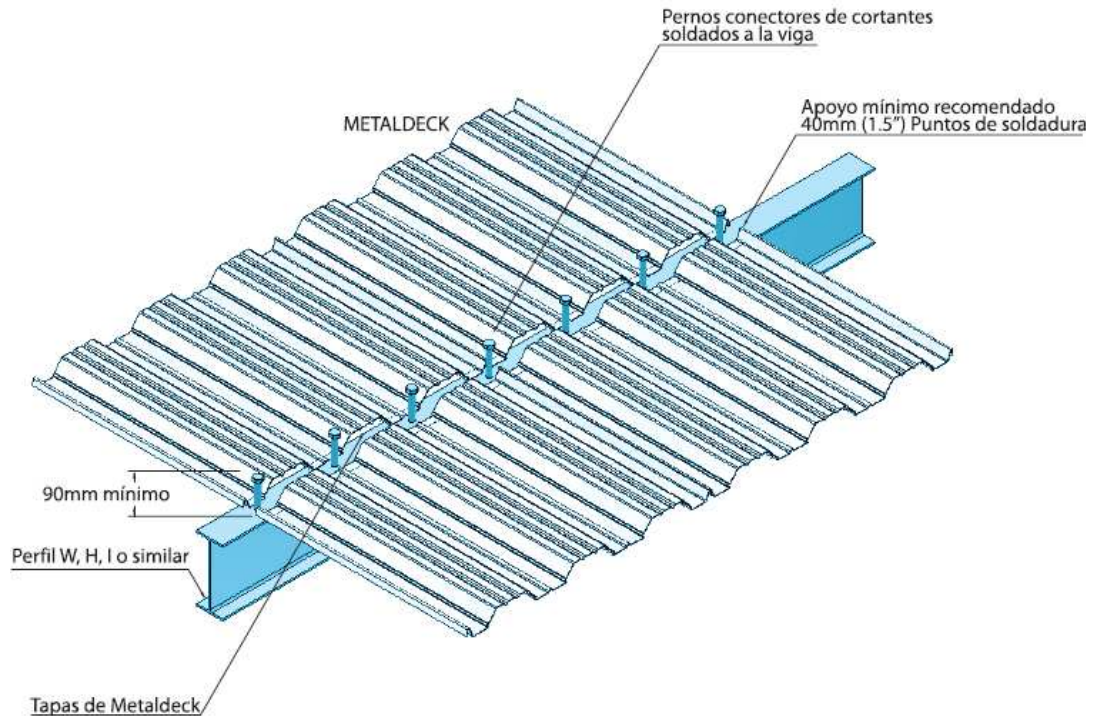
Los pernos de cortante pueden soldarse fácilmente a través del espesor de las láminas; si el espesor de estas es mayor que el calibre 16, hay que consultar al fabricante sobre los procedimientos de instalación al respecto.

Los pernos de cortante, al igual que todos los otros tipos de sujetadores, deben instalarse de acuerdo con los planos de diseño.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Figura 42. Detalle de Soldadura de Pernos.



#### 5.4.2.6. Conexiones de Borde

El sistema Steel Deck requiere conexiones en los traslapos de borde de las láminas normalmente para luces mayores que 1.50 m. Estas se llaman comúnmente conexiones de borde o fijadores de ala.

Las conexiones más utilizadas son tornillos auto perforantes, soldaduras o remaches. Generalmente se usan tornillos de tipo auto perforantes desde el #8 hasta el de 1/4" de diámetro. Pero en general no se recomiendan los tornillos con diámetros menores que el #10.

El instalador debe asegurarse que la lámina inferior esté firmemente ajustada con la superior. Aquí de nuevo se hace necesario el uso de pistolas especiales para evitar el toque excesivo.

La instalación de remaches en forma manual para conexiones de borde demanda la utilización de una herramienta remachadora especial. El proceso requiere que el trabajador ajuste la posición de su propio peso de manera que la parte superior de la lámina permanezca nivelada a través de la unión. Debido a que la calidad de la sujeción con base en remaches depende de la fuerza y cuidado del operador de la herramienta, es importante que se desarrolle un método consistente y de calidad.

Los dispositivos eléctricos automáticos se utilizan raramente en este tipo de trabajos pero no deben descartarse como método de conexión.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Si se desea aplicar soldadura en los traslajos de borde se requiere de un buen contacto entre los metales. Normalmente se presentan perforaciones por quemado y el inspector no debe sorprenderse de encontrarlas en el tablero.

La soldadura desarrolla su resistencia mediante agarre alrededor de su perímetro. Una buena soldadura debe tener al menos el 75% de su perímetro trabajando.

En ocasiones se especifican soldaduras en los traslajos de borde para láminas con sistemas especiales de conexión (figura 43). En la figura 44 se presentan detalles típicos de soldaduras en los traslajos de borde cuando se llega a la zona de los apoyos.

No se recomienda aplicar soldaduras en los traslajos de borde para láminas con espesores de 0.0281 pulg (calibre 22) o menores, y nunca debe recurrirse al uso de arandelas para la soldadura de los traslajos de borde entre apoyos.

Al igual que en el proceso de soldadura al marco, resulta indispensable una ventilación adecuada y debe prohibirse este tipo de trabajo cerca de materiales combustibles.

Figura 43. Soldaduras en los Traslajos de Borde.

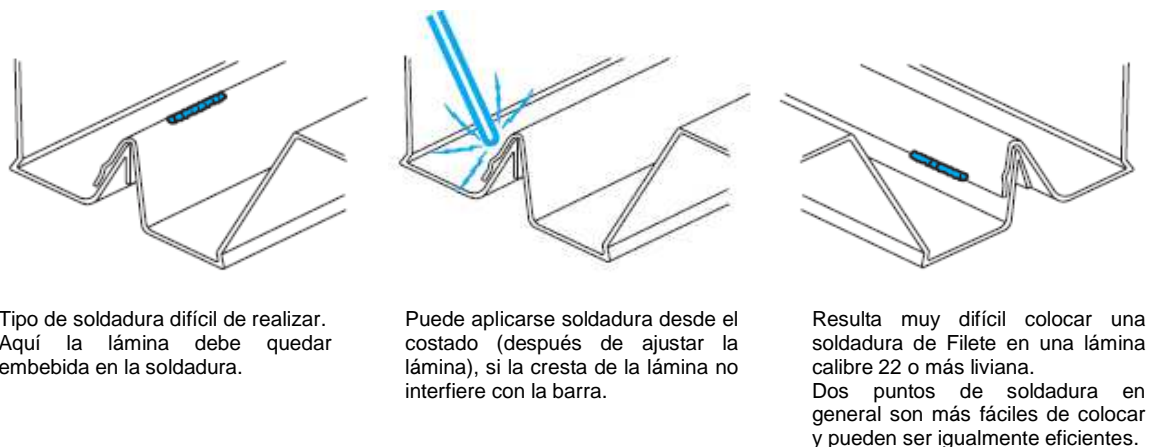
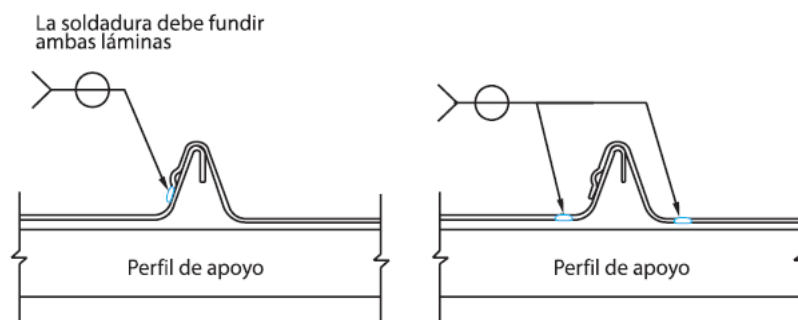


Figura 44. Soldaduras en los Traslajos de Borde en Apoyos.



\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

### 5.4.3. Láminas dañadas y perforaciones

#### 5.4.3.1. Generalidades

Los daños que le ocurran a las láminas y las perforaciones que deban realizarse a las mismas tienen mucho en común, pues su ubicación y tamaño no se conoce con anticipación.

Generalmente el diseñador sabe en que área de la losa deberá atravesar un ducto de aire o aproximadamente donde pasará un conducto de líneas telefónicas, pero no puede saber que tan grande será el tamaño de la perforación a realizar. Esta falta de información hace difícil prever el tipo de refuerzo a colocar, si es que se requiere, o como debe repararse un tablero dañado. Las especificaciones en general reflejan esta falta de información.

Por ejemplo la especificación del SDI (Steel Deck Institute) (referencia 19) establece al respecto que las aberturas que no se muestren en los planos de montaje, tal como las requeridas para ductos, conductos, tuberías, ventilación, etc., deben recortarse y reforzarse (en caso necesario). Será necesario consultar al diseñador con respecto a los requerimientos de refuerzo y se presentarán los detalles en los planos de diseño.

Los daños en la lámina presentan problemas similares. El requerimiento general consiste en que hay que realizar el reemplazo total de las láminas dañadas. El constructor debe tomar la decisión de lo que constituye una lámina dañada considerando simultáneamente el retraso en que se incurre si se decide reemplazar determinadas unidades. La cantidad de daño tolerable depende de consideraciones arquitectónicas y estructurales.

Si la parte inferior del tablero va a quedar expuesta a la vista resulta inadmisiblemente cualquier tipo de daño visible. Sin embargo, en muchos casos la parte inferior del tablero estará oculta bien sea por el cielo raso, por ductos o instalaciones, y por lo tanto la preocupación principal recae en el comportamiento estructural y no en la parte estética.

Tanto para láminas de cubierta de 2" como de 3", donde existan perforaciones o daños menores a 150 mm (6 pulg), no es necesario utilizar refuerzo adicional. Un hueco o abolladura de este tamaño no afecta significativamente la capacidad de carga de la placa e igualmente, en la mayoría de los casos, se tiene una capacidad de carga mayor a la necesaria. El comportamiento de la placa de como diafragma tampoco se ve afectado.

Para perforaciones o daños de hasta 200 mm se debe colocar una platina de refuerzo de 1.20 mm y llevarla hasta los nervios adyacentes a la perforación con el fin de repartir la carga. En el caso de perforaciones o daños entre 200 mm y 300 mm, es recomendable utilizar una platina de por lo menos 1.50 mm. Si las perforaciones son más grandes, es necesario revisar la capacidad de la placa en voladizo y contar con el diseño respectivo por parte del ingeniero calculista.

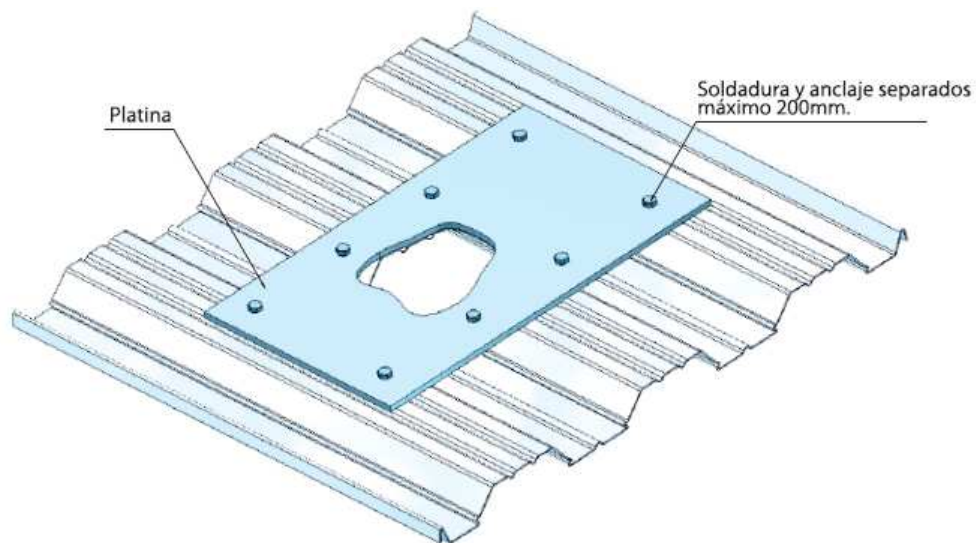
\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Las siguientes son excepciones a las recomendaciones dadas anteriormente:

- El hueco puede estar localizado en un sitio tal que la lámina puede, en forma segura, funcionar como voladizo desde cada uno de los apoyos adyacentes.
- Un grupo de huecos puede estar tan cerca el uno del otro que se requiere un marco estructural de apoyo.

Figura 45. Platina de Refuerzo para Reparación de Lámina.



#### 5.4.3.2. Láminas para Entrepiso

Antes del vaciado del concreto, el contratista debe inspeccionar las láminas para determinar áreas que puedan estar dañadas o aplastadas y que puedan requerir apuntalamiento temporal durante la colocación del concreto.

Las áreas que presenten pandeo durante el vaciado, probablemente provengan de daños previos, luces mayores a las previstas o apilamientos excesivo del concreto. El pandeo de las láminas no afecta necesariamente la capacidad de la losa para cargas vivas. Ensayos realizados en Best Virginia University, demuestran que en las láminas pandeadas a propósito, no se produce una pérdida significativa de la capacidad portante de la losa para efectos de las cargas vivas.

Debido a que los daños o las perforaciones en las láminas pueden afectar la capacidad del sistema para soportar el concreto deben evaluarse estos antes del vaciado respectivo.

Las láminas para entrepiso al igual que las cubiertas pueden analizarse en estos casos como voladizos. En la figura 46 se presenta un esquema para el cálculo de la luz admisible en voladizo. Debe considerarse una deflexión máxima de  $L/120$  bajo la carga del concreto y la lámina, donde  $L$  es la luz del voladizo.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

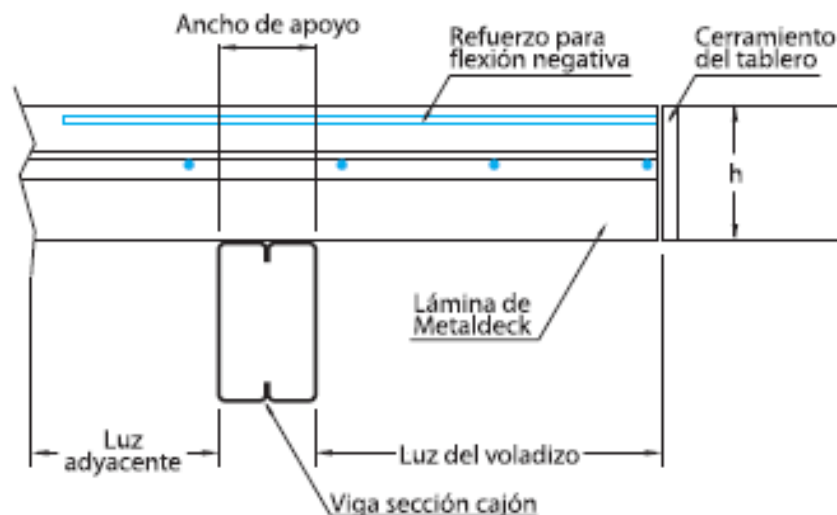
El método recomendado para la conformación de aberturas y pases consiste en impedir la entrada de concreto al sitio donde va a quedar la abertura y una vez el concreto fragüe lo suficiente, cortar el sobrante de la lámina. Por otro lado, existen diversos equipos y herramientas menores para ejecutar el corte de la lámina sin dañar los bordes. Deben minimizarse las aberturas a realizar después de fundido el concreto, para la toma de núcleos mediante el uso de taladros.

Este método tiene el inconveniente de no prever la presencia de refuerzo. Por tal razón se requiere limitar al máximo el diámetro y número de perforaciones con este sistema. El diseñador determinará la necesidad de barras de refuerzo o malla adicional alrededor de las aberturas en la losa cuando estas se planifiquen previamente al vaciado del concreto.

Notas:

- Esfuerzo de flexión admisible 20 ksi (14 MPa) incluyendo la carga del concreto más el tablero más 20 psf (1 kPa), ó, la carga del concreto más el tablero más 300 lb (2.2 kN) de carga puntual aplicada en el centro de la luz. Se selecciona la más crítica de las dos condiciones.
- La deflexión máxima en el extremo libre será de  $L/120$  ( $L$  = luz del voladizo). Sólo se tiene en cuenta la carga del concreto más el tablero, más 20 psf.
- Ancho del apoyo de 3.5 pulg (90 mm) asumido para arrugamiento del alma. Se calcula con el peso del concreto más tablero más 20 psf.  
Si el ancho del apoyo es menor, debe consultarse el caso con el departamento técnico del proveedor del producto.

Figura 46. Voladizos Máximos en Tableros de Entrepiso.



\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

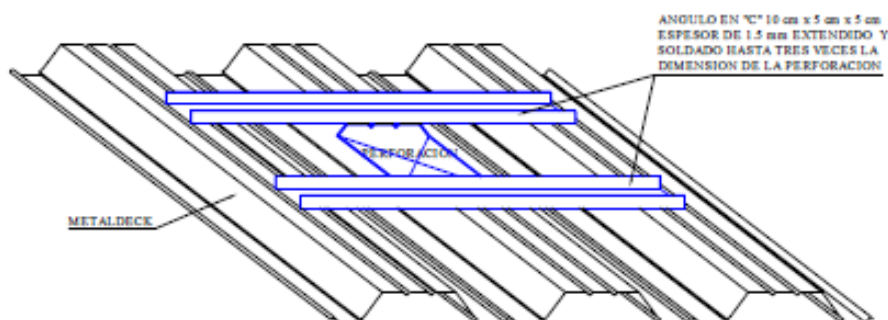
\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

### 5.4.3.3. Requisitos y Recomendaciones Adicionales

En forma general se establecen a continuación algunos aspectos importantes a tener en cuenta en el manejo del tema:

- Las perforaciones por quemado en los traslapos de borde de la lámina causadas por soldaduras están, en general, lo suficientemente espaciadas entre sí para no causar problemas.
- Las perforaciones por quemado cercanas a apoyos intermedios no deben producir una pérdida significativa de resistencia a menos que se remueva un área total mayor que la de un hueco de 150 mm (6 pulg) de diámetro. Estas perforaciones por quemado se producen normalmente cuando el soldador está buscando un elemento estructural que no se encuentra a la vista; por esta razón se recomienda la utilización de marcas con tiza.
- Las abolladuras pequeñas tales como las producidas por el paso de personas, no producirán en general problemas estructurales. Sin embargo, si las abolladuras cubren un buen porcentaje del área, resulta preferible atar cualquier dispositivo colgante mediante sujetadores mecánicos en lugar de adhesivos. El diseñador debe aprobar cualquier cambio en el sistema de sujeción.
- Es necesario inspeccionar el tablero para garantizar una sujeción adecuada en los apoyos y en los traslapos longitudinales de borde. Los traslapos longitudinales deben estar firmemente conectados para evitar que se separen durante el vaciado del concreto.
- El concreto proporciona un ambiente alcalino que impide la corrosión. Debido a que la mayoría de las aplicaciones del sistema se realizan en áreas interiores secas, no se requiere generalmente la pintura en obra para áreas quemadas, cortadas o raspadas. Cualquier requerimiento de terminado o protección debe quedar incluido en las especificaciones de construcción.
- Dependiendo de la situación, es posible instalar perfiles metálicos sobre las láminas de acero como medida de refuerzo por efecto de perforaciones, tal y como se detalla en el siguiente esquema.

Figura 47. Instalación de Perfiles Metálicos para Reforzar Láminas por Efecto de Perforación.



\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

#### 5.4.4. Instalación de redes eléctricas, hidráulicas, sanitarias y de gas

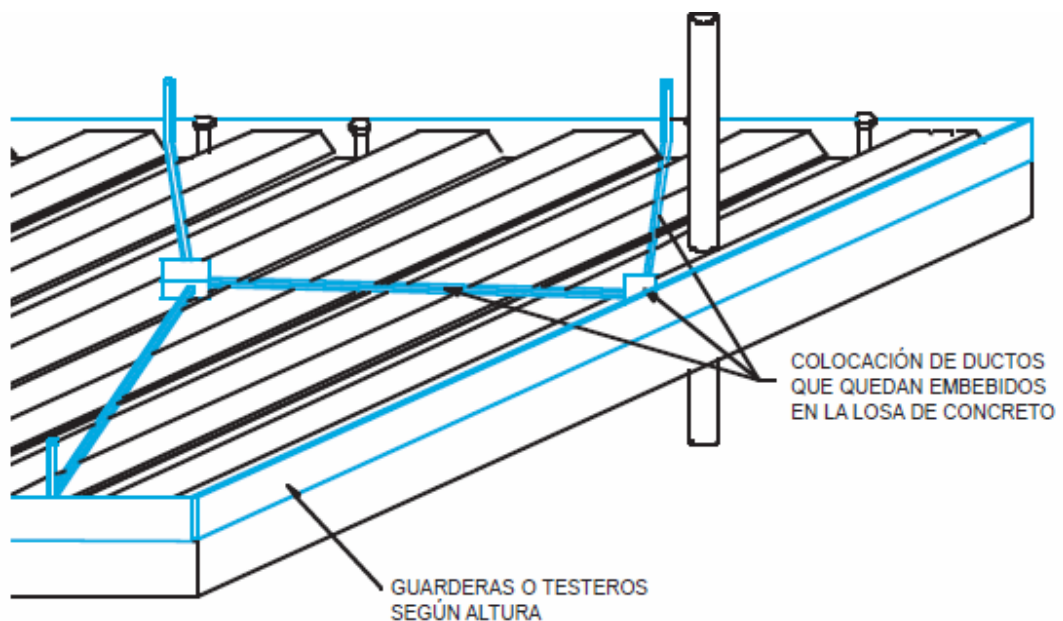
El procedimiento que caracteriza a esta parte del proceso constructivo es aplicable a todo tipo de estructura principal, ya sea esta en concreto, en acero o mixta.

La preparación integral de una losa tipo Steel Deck requiere antes de su fundición definitiva con concreto, de la instalación de las respectivas redes eléctrica, hidráulica y sanitaria (figura 48).

La secuencia definida para el paso de tuberías establece que, tras dejar situados los conductos y demás elementos que irán embebidos en la placa de entrepiso, se realizarán posteriormente al proceso de fundición, los empates correspondientes a cada una de las redes en cuestión (figura 49).

Es recomendable en el caso de las instalaciones sanitarias, ubicarlas en lo posible en forma descolgada. Es por esto que en algunos casos se hace necesario recurrir a una sobre-altura en las zonas húmedas.

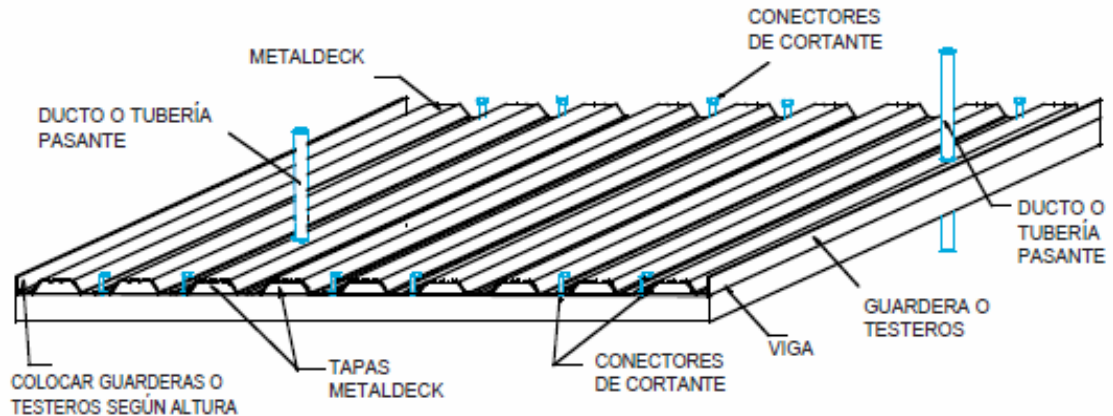
Figura 48. Instalación de Redes Embebidas en Losa de Entrepiso.



\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Figura 49. Instalación de Ductos Pasantes en Losa de Entrepiso.



#### 5.4.5. Instalación de refuerzo por retracción de fraguado y temperatura

El procedimiento a seguir en la instalación de la malla o de las varillas de acero para el tratamiento de la retracción del fraguado y la temperatura en una losa tipo Steel Deck, se puede consultar en el literal 5.2.7. “REFUERZO POR RETRACCIÓN Y TEMPERATURA” del presente manual.

#### 5.4.6. Instalación de refuerzo negativo en losas “steel deck”

Así mismo, es posible obtener del presente manual, la descripción del proceso a seguir en la instalación del refuerzo negativo de la losa de entrepiso en acero, al estudiar el numeral 5.2.8. “REFUERZO NEGATIVO EN LA LOSA” aquí consignado.

#### 5.4.7. Manejo y colocación del concreto

##### 5.4.7.1. Limpieza del Tablero

Las siguientes recomendaciones ayudan a orientar el proceso de limpieza que debe llevarse a cabo en el tablero de entrepiso antes de realizar el respectivo vaciado del concreto que compone a la placa:

- Los residuos de los zunchos de los paquetes de láminas, los restos de la madera y los desperdicios de lámina deben ser recogidos y retirados de la plataforma de trabajo constantemente para no generar riesgos innecesarios.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

- No deben dejarse tiradas herramientas sueltas.
- Los residuos del proceso de soldadura de los pernos de cortante deben separarse del perno mismo, así como en general, se hace necesario evacuar de la plataforma cualquier tipo de residuo existente, antes de la colocación del concreto.
- Todas las personas involucradas en los trabajos de construcción deben cooperar para almacenar adecuadamente los materiales combustibles y retirar la basura que pueda generar riesgos de incendio.
- Absolutamente ninguna lámina debe permanecer suelta al final del día de trabajo. Cualquier paquete usado parcialmente debe asegurarse firmemente para evitar que sea llevado por el viento.

#### **5.4.7.2. Vaciado del Concreto**

En este literal del manual se mencionan los criterios esenciales a tener en cuenta durante el proceso de vaciado del concreto sobre el sistema Steel Deck, desde un punto de vista técnico, de calidad y de seguridad:

- Antes del vaciado del concreto, el constructor debe asegurar que toda la plataforma está completa y adecuadamente sujeta de acuerdo con los planos aprobados para el montaje, y que existe el soporte necesario en todos los bordes.
- Las áreas dañadas deben repararse o aceptarse oficialmente.
- Deben retirarse todos los residuos y desperdicios que existan sobre la plataforma.
- Todo el refuerzo, los alambres y las barras deben estar asegurados adecuadamente en su sitio.
- El encargado del concreto debe revisar cuidadosamente los requerimientos de apuntalamiento y verificar que todos los soportes estén ajustados adecuadamente en su sitio.
- El concreto debe vaciarse desde un nivel bajo para evitar el impacto sobre las láminas; debe colocarse de manera uniforme sobre la estructura de soporte y espaciarse hacia el centro de la luz.
- El concreto debe ser ubicado en una dirección tal, que el peso se aplique primero sobre las láminas superiores en el traslape longitudinal, disminuyendo así la posibilidad durante el vaciado, de una separación de los bordes de las láminas adyacentes.
- No se debe permitir la agrupación de trabajadores alrededor de la zona de colocación del concreto.
- Si se utiliza carretilla para la colocación del concreto, se hace necesario el uso de entablados sobre los cuales se concentre todo el tráfico. No se debe permitir, por ningún motivo, el tránsito de carretillas o elementos pesados sobre la lámina misma de acero sin la colocación previa de entablados adecuados.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

- El entablado debe tener la rigidez suficiente para distribuir las fuerzas concentradas en la lámina del tablero sin causar daños o deflexiones excesivas.
- Deben evitarse los daños que en el tablero se puedan producir a causa del manejo y colocación de las barras de refuerzo sobre él.
- El vaciado de concreto en luces simples requiere consideraciones especiales debido al espacio limitado con que se cuenta. Por ejemplo, entre núcleos de ascensores se presenta comúnmente la situación de luz simple y es presumible que se tenga en estos sitios una colocación de concreto menos controlada. La selección del calibre de la lámina para estos sitios se basa comúnmente en una carga debida al peso propio de concreto aumentada hasta en un 50%. Alternativamente puede especificarse un apuntalamiento adicional.
- Aunque los anclajes y conexiones de las láminas son importantes en todas las condiciones de apoyo, estas resultan de vital importancia en luces simples.
- A medida que se coloca el concreto, tanto en la lámina como en la totalidad del marco de soporte se presentan deflexiones. Las cantidades de concreto y las cargas deben calcularse en general teniendo en cuenta estas deformaciones.
- Cuando el conjunto de láminas se ha diseñado para que actúe como un diafragma a cortante durante la construcción, esta condición debe ser indicada claramente en los planos. Se debe alertar a los constructores sobre la función de arriostramiento que cumplen estos paneles y que su remoción está prohibida a menos que se diseñe y proporcione un sistema de arriostramiento complementario.
- Los anclajes que se utilicen alrededor de aberturas reforzadas deben ser los mismos, y con espaciamientos similares a los utilizados para sujetar las láminas al marco de apoyo.
- Si las láminas deben funcionar como diafragma durante la construcción, es de gran importancia tener en cuenta que el diafragma no es efectivo hasta que las unidades de las láminas están totalmente conectadas. De esta manera, si por alguna razón se interrumpe la instalación de las láminas en la plataforma, debe proporcionarse un arriostramiento temporal.
- Es necesaria la instalación de testeros de borde o guardas que indiquen la altura final de la losa.
- La fundición de la losa debe ejecutarse teniendo presente el no dejar acumular cantidades considerables de concreto en el mismo sitio, ya que pueden generarse deformaciones, y en el peor de los casos, una falla de las láminas o testeros de la viga.
- Es pertinente confirmar que la altura final de la losa marcada en los testeros de borde, no sea excedida en el proceso definitivo del vaciado de concreto, pues se estaría creando una sobrecarga innecesaria en la losa de entrepiso.

La figura 50 ilustra en forma global los componentes principales de una losa de entrepiso construida bajo el sistema Steel Deck, hasta su punto de terminación.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Por otra parte, la figura 51 busca ejemplificar por comparación de técnicas, las formas correctas e incorrectas de la ejecución del vaciado de concreto en este tipo de sistema constructivo de placa "Steel Deck".

Figura 50. Fundición de Losa de Entrepiso en Sistema Steel Deck.

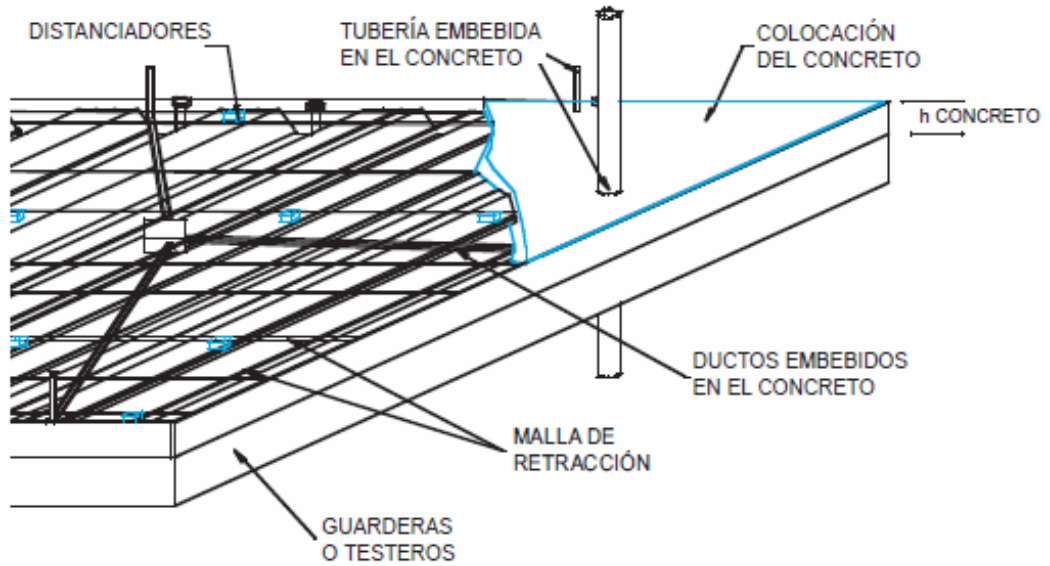
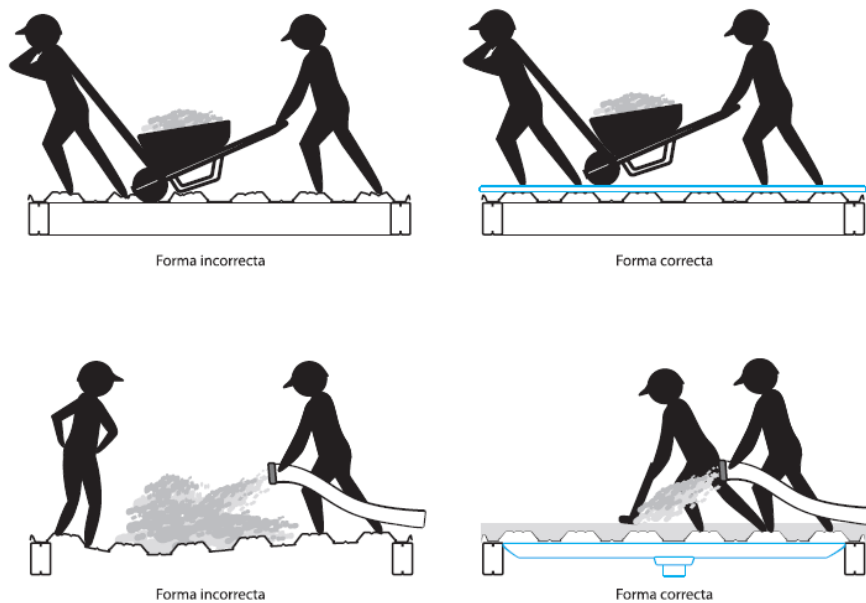


Figura 51. Formas de Colocación de Concreto sobre Sistema Steel Deck.



\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

### 5.4.7.3. Consideraciones Adicionales

En cuanto a las consideraciones constructivas adicionales referentes a la losa de concreto reforzado, tales como compactación, curado, colocación y sujeción del refuerzo, etc., deberán seguirse los requisitos y recomendaciones dados por el título C - Concreto Reforzado de la NSR-98 (referencia 1).

En la siguiente ilustración es posible apreciar el estado final de una losa de entrespacio construida con la metodología del sistema Steel Deck, tras concluir en su totalidad la secuencia del proceso anteriormente descrito.

Figura 52. Esquema General de Losa Terminada en Sistema Steel Deck.



## 5.5. PERFILES ESTRUCTURALES

Los perfiles estructurales constituyen una alternativa de construcción que brinda economía, versatilidad e innovación, conjugando la estética con la tecnología que permite a ingenieros calculistas, arquitectos y diseñadores, emplearlos en diversos proyectos.

Dada la gran acogida que el material tiene en EEUU desde 1946, el uso y desarrollo de la lámina delgada se ha incrementado y guiado por las publicaciones del AISI "Specification for the Design of Cold Formed Steel Structural Members", basadas estas en numerosas investigaciones desarrolladas en los laboratorios de la Universidad de Cornell en EEUU.

Los perfiles de lámina delgada son elementos con espesores desde 0.4 mm hasta 6.4 mm, muchos de estos empleados en la industria automotriz, industria blanca, equipos, contenedores, drenajes y por supuesto en el sector de la construcción para la fabricación de estructuras metálicas (Perfiles C, Correas Z) en el montaje de Cubiertas y de Láminas para entrespacios.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Con los párrafos que siguen se hará posible definir el comportamiento general de los perfiles estructurales tras resaltar características propias de este material constructivo en aspectos tales como tipos de perfil, parámetros de fabricación, análisis estructural, criterios de diseño, tipos de conexión y detalles constructivos.

### 5.5.1. Generalidades del material

Los perfiles estructurales de lámina delgada formados en frío presentan diversos usos. Entre estos podemos citar Tableros de pisos, Viguetas, Muros de corte, Losas compuestas, Cerchas para cubierta, Pórticos, Edificaciones menores, Soportes para señales de tránsito, Cerramientos, Carrocerías, Estanterías, Silos, Torres industriales, Paneles divisorios, Mezanines y Escaleras.

Dado que los perfiles laminados en caliente resultan antieconómicos para resistir cargas ligeras o moderadas, o para emplearlos en luces cortas, la alternativa de perfiles en lámina delgada ha logrado tener bastante acogida en estos aspectos, generando aplicaciones de innumerables posibilidades.

Adicionalmente, son el complemento ideal como estructura secundaria que se vincula a la estructura principal en concreto o en acero, en forma de viguetas que soportan las placas de entrepiso.

En resumen, los perfiles estructurales producidos en lámina delgada marcan una serie de ventajas en relación con otros productos empleados en el sector de la construcción. Entre estas se resaltan:

- Economía del material, consiguiéndose relaciones más favorables de resistencia para diversas cargas por la versatilidad de sus secciones.
- Fabricación masiva.
- Elementos livianos.
- Producción de secciones económicas con altas resistencias y bajos pesos.
- Atractivo arquitectónico por su excelente acabado en estructuras a la vista.
- Manejabilidad en obra y fácil ubicación dentro de las estructuras.
- Flexibilidad y versatilidad en el diseño.
- Compatibilidad y complemento de cualquier material o sistema constructivo (Estructura en acero, en concreto o mixta).
- Transportables, reciclables y recuperables.
- Transporte económico.
- Material no combustible.
- No es atacado por hongos.
- Elementos formados con gran exactitud.
- Rápida construcción.
- Mantenimientos mínimos.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

- Facilidad y sencillez en la instalación de uniones en los miembros que conforman la estructura, empleándose soldaduras por puntos, remaches en frío, grapas, etc.

En el empleo de perfiles en lámina delgada debe tenerse en cuenta los siguientes parámetros específicos:

- Un control de calidad cuidadoso.
- Buena protección contra la corrosión.
- Vulnerabilidad al fuego.

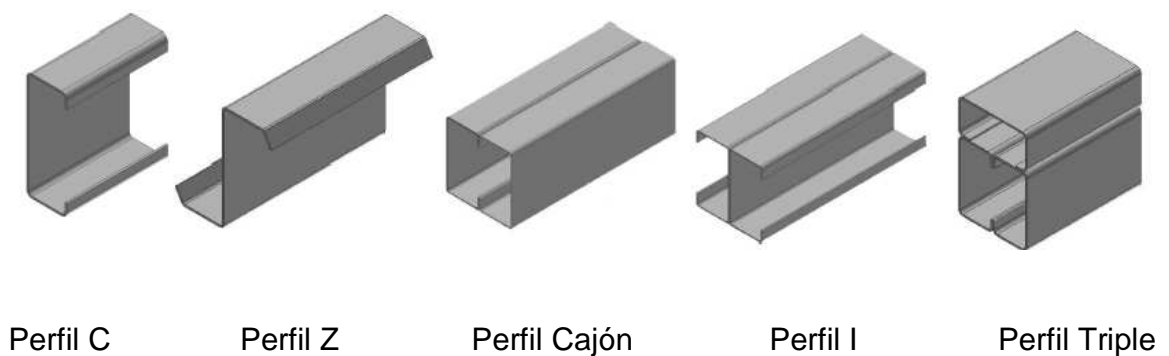
### 5.5.2. Tipos de perfil estructural

Los perfiles estructurales formados en frío varían su altura tradicionalmente desde 51 mm (2") hasta 355 mm (14"), y en espesor desde 1.2 mm hasta un aproximado de 3.0 mm.

En edificaciones de gran altura los perfiles formados en frío son el complemento ideal como estructura secundaria, la cual se vincula a la estructura en concreto o en acero, en forma de viguetas que soportan las placas de entrepiso.

En los esquemas de la Figura 53 se presentan las formas de perfil más usuales en el mercado y sus posibles combinaciones.

Figura 53. Formas de Perfil más Usuales en el Mercado.



A continuación se enseña la geometría que respecta a cada uno de los cuatro perfiles estructurales más aplicados en la construcción de obras civiles.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Figura 54. Perfil Abierto.

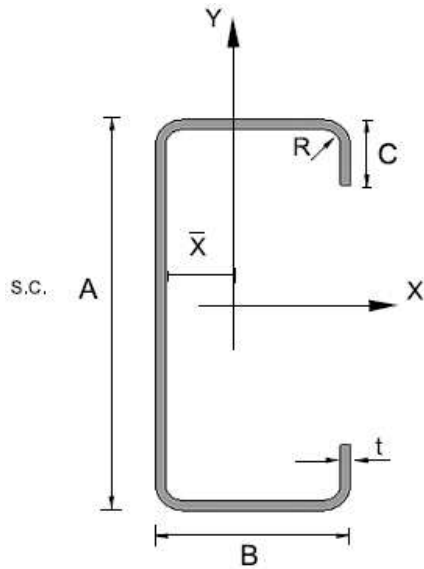


Figura 55. Perfil Zeta.

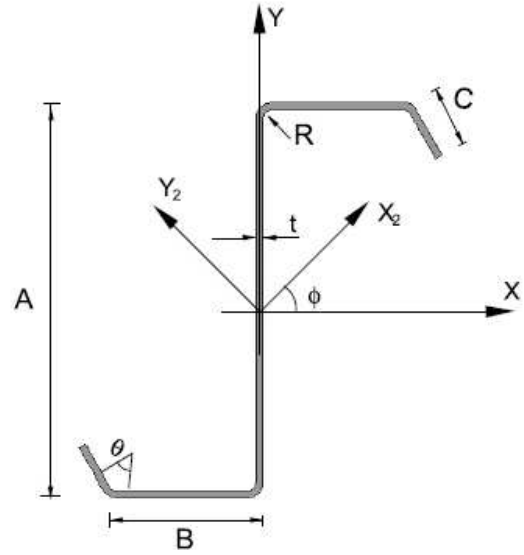


Figura 56. Perfil Cajón.

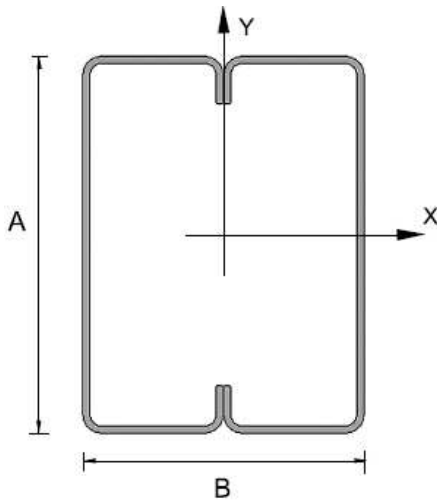
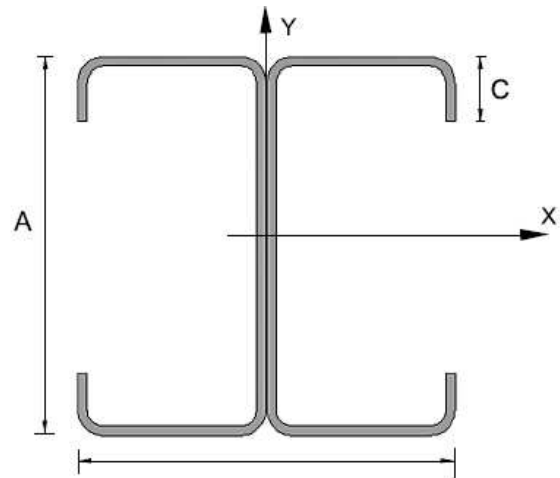


Figura 57. Perfil I.



### 5.5.3. Características de fabricación

Es de suma importancia conocer el tipo de acero que se emplea en el diseño y construcción de diversos elementos estructurales, especialmente cuando este material es la base principal en la composición de tales elementos.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

De acuerdo con los parámetros de fabricación adoptados de manera específica por la empresa acesco, un acero de calidad estructural debe estar sujeto a las normas ASTM A1008 y ASTM A1011, HSLAS GRADO 50, con valores  $f_y = 35.15 \text{ kgf/mm}^2$ ,  $F_u = 45.70 \text{ kgf/mm}^2$ , para perfiles laminados en caliente y perfiles galvanizados; GRADO 40 con valores  $f_y = 28.03 \text{ kgf/mm}^2$ ,  $F_u = 38.74 \text{ kgf/mm}^2$ , para perfiles laminados en frío.

La elongación mínima es del 20%, cumpliendo con los requisitos exigidos en materiales permitidos para este uso y contemplados en la NSR-98.

La siguiente tabla consigna los espesores en mm y sus equivalencias en calibres:

Tabla 12. Espesores y Calibres de Perfiles en Acero Estructural.

Espesor de Diseño		Espesor Mínimo		Calibre
(mm)	(pulg)	(mm)	(pulg)	Tipo No.
1.20	0.0472	1.140	0.0448	18
1.50	0.0591	1.425	0.0561	16
1.90	0.0748	1.805	0.0710	14
2.50	0.0984	2.375	0.0935	12
3.00	0.1181	2.850	0.1122	11

#### 5.5.4. Análisis estructural y diseño

En este numeral se presenta de forma global la metodología de diseño recomendada en el análisis del comportamiento estructural de perfiles.

En caso de requerirse información detallada sobre los criterios de diseño de este tipo de elementos constructivos, se aconseja consultar el “Manual de Diseño de Perfiles Estructurales en Acero de Lámina Delgada Grado 50” de la empresa Acesco.

Dicho manual puntualiza con mayor exactitud los parámetros aquí contemplados junto con otros adicionales como lo son las propiedades físicas y mecánicas de este tipo de material, las tablas de ayuda para diseño según las clases de esfuerzos a las que se encuentra expuesto, y algunos ejemplos de diseño que aterrizan los conceptos.

##### 5.5.4.1. Bases de Diseño

Los perfiles en lámina delgada se basan en el diseño por estados límites.

Este diseño es un método para dimensionar los componentes estructurales de acero formado en frío de tal manera que no se exceda ningún estado límite aplicable cuando la estructura se somete a cualquier combinación apropiada de cargas.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Se consideran dos tipos de estados límite de acuerdo con el Título F.6 de la Norma Sismo Resistente del 98:

### 1. Estado Límite de la Resistencia Requerida.

El concepto precisa soportar las cargas extremas a las que estará expuesta la estructura durante su vida útil. Aquí el diseño se considera satisfactorio cuando la resistencia requerida, que se determina como las cargas nominales asignadas multiplicadas por los correspondientes coeficientes de mayoración de carga, es menor o igual que la resistencia de diseño de cada componente estructural.

### 2. Estado Límite de la Capacidad de la Estructura.

Se utiliza en el análisis de desempeño de la función deseada durante la vida útil del elemento. El funcionamiento se considera satisfactorio si una respuesta estructural nominal, causada por cargas nominales aplicables, no sobrepasa los valores admisibles o aceptables de la respuesta.

Los correspondientes coeficientes de resistencia se encuentran tabulados a continuación:

Tabla 13. Coeficientes de Resistencia.

Tipo de Resistencia	$\phi$
<b>Miembros a Tensión</b>	0.95
<b>Miembros a Flexión</b>	
Para secciones con aletas a compresión rigidizadas o parcialmente rigidizadas.	0.95
Vigas sin arriostramiento lateral.	0.90
Vigas con una aleta sujeta a tableros o tabiques secciones (C ó Z).	0.90
<b>Diseño del alma</b>	
Arrugamiento del alma para almas simples sin reforzar.	0.75
Arrugamiento del alma para secciones en I.	0.80
Miembros en compresión cargados axialmente.	0.85
<b>Carga axial y flexión combinadas</b>	
$\phi_c$ para compresión.	0.85
$\phi_f$ para flexión.	0.90 - 0.95
<b>Conexiones soldadas</b>	
Soldaduras de surco	
Tensión o compresión	0.90
Cortante (soldadura)	0.80
Cortante (metal base)	0.90
Soldaduras de punto de arco	
Soldaduras	0.60
Parte conectada	0.50 - 0.60
Distancia mínima al borde	0.60 - 0.70
Costuras con soldadura de arco	
Soldadura	0.60
Parte conectada	0.60
Soldadura de filete	
Carga longitudinal (parte conectada)	0.55 - 0.60
Carga transversal (parte conectada)	0.60
Soldadura	0.60
Soldadura de surco a ras	
Carga longitudinal (parte conectada)	0.55
Carga transversal (parte conectada)	0.55
Soldadura	0.60
Soldaduras de resistencia	0.65

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

**5.5.4.2. Coeficientes y Combinaciones de Carga**

Tanto la estructura como sus componentes necesitan ser diseñados para las más críticas combinaciones de carga.

Las siguientes combinaciones de carga nominal deben ser usadas para el cálculo de los esfuerzos en los miembros estructurales de lámina delgada:

1.  $1.4D + L$
2.  $1.2D + 1.6L + 0.5(L_r \text{ ó } R_r)$
3.  $1.2D + (1.4L_r \text{ ó } 1.6R_r) + (0.5L \text{ ó } 0.8W)$
4.  $1.2D + 1.3W + 0.5L + 0.5(L_r \text{ ó } R_r)$
5.  $1.2D + 1.0E + 0.5L$
6.  $0.9D - (1.3W \text{ ó } 1.0E)$

Donde,

- D = Carga nominal muerta.
- E = Carga nominal por sismo.
- L = Carga nominal viva.
- $L_r$  = Carga nominal viva de cubierta.
- $R_r$  = Carga nominal por lluvia o hielo.
- W = Carga nominal de viento.

El factor de mayoración para L, en las combinaciones 3, 4, y 5 debe ser igual a 1 en caso de parqueaderos, sitios públicos de reunión, y para todas aquellas áreas donde la carga viva sea mayor a  $490 \text{ kg/m}^2$ .

El numeral A5.1 del comentario de la norma, bases para LRFD estructuras de acero formadas en frío, enuncia lo siguiente:

*"Debido a circunstancias especiales inherentes a las estructuras de acero formadas en frío, los siguientes criterios adicionales aplican y deben aplicarse para cubiertas, entrepisos y muros donde se utilicen perfiles formados en frío:"*

**A. Para cubiertas y construcción de pisos compuestos.**

$$7. 1.2D_s + 1.6C_w + 1.4C$$

Donde,

- $D_s$  = Peso de entrepiso metálico.
- $C_w$  = Peso nominal del concreto fresco durante la construcción.
- C = Carga nominal de construcción, incluyendo equipo, trabajadores y formaletería, pero excluyendo el peso del concreto fresco.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

- B.** *Para cubiertas y muros de construcción el factor de carga para las cargas nominales de viento  $W$ , debe usarse para el diseño de perfiles individuales, correas, paneles de muro y cubiertas con Metaldeck, y las cuales deben ser multiplicadas por un factor de reducción de 0.9, debido a que estos elementos son miembros secundarios sujetos a duraciones cortas de las cargas de viento.*

#### **5.5.4.3. Esfuerzos en los Perfiles**

Los esfuerzos ante cuales puede estar sometida esta clase de elementos estructurales, y que por tanto requieren de un especial chequeo dependiendo de la aplicación específica, son los siguientes:

- Tensión
- Compresión
- Flexión
- Cortante
- Arrugamiento del Alma
- Esfuerzos Combinados. (Flexión y Cortante, Flexión y Carga Axial, y, Flexión y Arrugamiento del Alma).

#### **5.5.5. Tipos de conexión**

Las conexiones deben diseñarse para transmitir las máximas fuerzas que resulten de las cargas mayoradas actuando en el miembro conectado.

Las conexiones más representativas son las soldadas y las atornilladas, y sobre cada una de ellas se establecerá a continuación una breve descripción:

##### **5.5.5.1. Conexiones Soldadas**

La soldabilidad se define como la capacidad de un material para unirse a otro mediante la aplicación de soldadura, de forma satisfactoria y sin detrimento de sus capacidades físicas y químicas.

El código de soldadura estructural para láminas de acero D1.3 "Structural Welding Code Sheet Steel" indica los procedimientos de soldadura a ser utilizados en este tipo de construcción.

Las normas más importantes en cuanto a procedimientos para la instalación de soldaduras en láminas de acero se resumen de la siguiente manera:

- Soldadura de arco metálico protegido (SMAW).
- Soldadura de arco metálico gaseoso (GMAW).

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

- Soldadura de arco con núcleo fundente (FCAW).
- Soldadura de arco sumergido (SAW) automático.

La soldadura puede ser usada para prefabricar los componentes de las estructuras en los talleres de fabricación o se puede emplear directamente en los sitios de obra, donde se hace indispensable una buena ventilación.

Los diferentes tipos de soldadura, posiciones para aplicarlas y sus resistencias de diseño ( $\phi P_n$ ), se encuentran especificadas en el Título F.6.5 de la NSR-98. En este documento sólo se enunciarán en forma concisa.

### ❖ Soldadura de Punto con Arco

Especificada para soldar láminas de acero a miembros de apoyo más gruesos en posición plana. Ninguno de los espesores de lámina conectados ni la combinación de varias láminas conectadas debe tener un espesor mayor a 3.8 mm.

En necesario el uso de arandelas para soldaduras cuando el espesor de la lámina sea menor a 0.71 mm. Estas arandelas deben tener un espesor que varíe entre 1.27 mm y 2.03 mm, con un hueco perforado de diámetro 9.5 mm como mínimo.

Las siguientes figuras esquematizan el tipo de soldadura aplicado a estos casos de conexión.

Figura 58. Arandela Típica para Soldar.

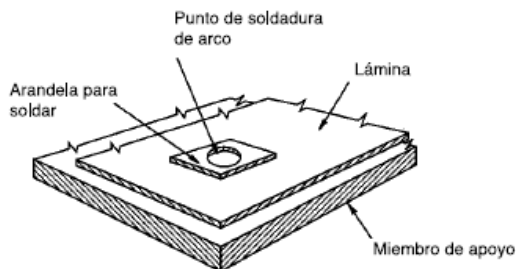


Figura 59. Soldadura de Punto con Arco, utilizando Arandela.

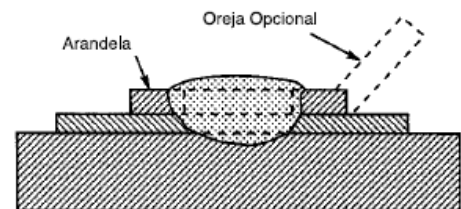
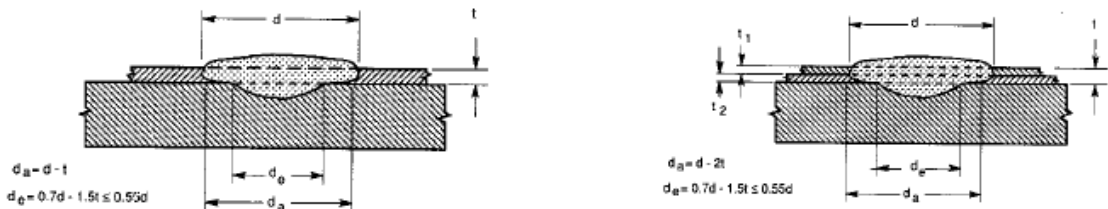


Figura 60. Soldaduras de Punto con Arco.



\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

### ❖ Cordones de Soldadura de Arco

Son empleados en los siguientes tipos de unión:

- Lámina al miembro de apoyo más grueso en la posición plana.
- Lámina a lámina en posiciones horizontal y plana.

Los esquemas enseñan el manejo de la soldadura en mención.

Figura 61. Lámina a Miembro Portante en Posición Plana.

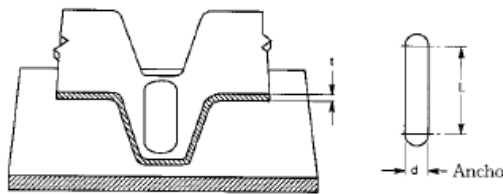
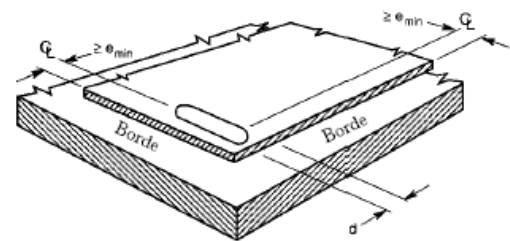


Figura 62. Distancia al Borde para Cordones de Soldadura de Arco.



### ❖ Soldadura de Filete

Aplica a las uniones soldadas lámina a lámina ó lámina miembro de acero más grueso.

Los gráficos adjuntos permiten obtener una idea global de este tipo de soldadura.

Figura 63. Junta de Traslapo.

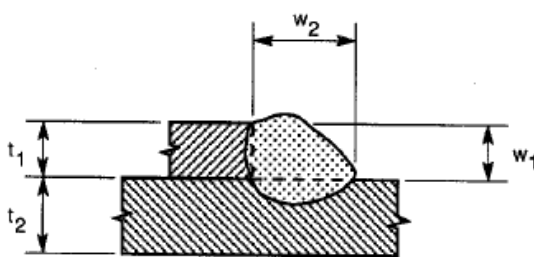
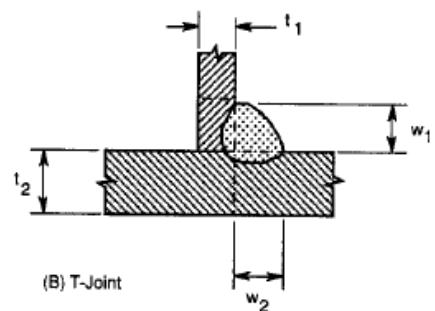


Figura 64. Soldaduras de Filete.



### ❖ Soldadura de Surco en Doblecés

Esta clase de soldadura es aprovechada en uniones que presentan cualquiera de las siguientes posiciones:

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

- Lámina a lámina para soldaduras acanaladas abocinadas en V.
- Lámina a lámina para soldaduras acanaladas abocinadas en bisel.
- Lámina a miembro para soldaduras acanaladas abocinadas en bisel.

Las figuras mostradas a continuación detallan casos en los que es posible aplicar este tipo de soldadura.

Figura 65. Soldadura Acanalada de Abocinada.

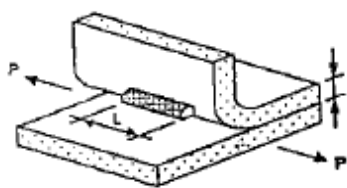


Figura 66. Acanalada Abocinada en V.

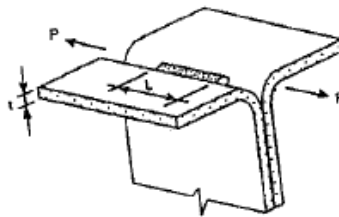
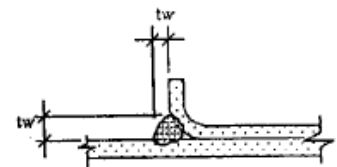


Figura 67. Garganta.



### 5.5.5.2. Conexiones Atornilladas

Cada una de las tuercas, pernos y arandelas a utilizar en esta clase de conexiones deben estar acorde con las especificaciones de alguna de las normas establecidas en el capítulo F6.5.3 de la NSR-98.

Los pernos deben instalarse y apretarse de la forma adecuada con el fin de alcanzar el comportamiento satisfactorio que se espera en las conexiones involucradas, frente a las condiciones usuales de servicio.

Con la idea de acentuar un poco más el concepto, se relacionan en la siguiente tabla los tamaños máximos de huecos para pernos:

Tabla 14. Tamaños Máximos de Huecos para Pernos.

Diámetro Nominal del perno, d (mm)	Diámetro del Huevo estándar, d (mm)	Diámetro del huevo agrandado, d (mm)	Dimensiones del huevo alargado de ranura corta	Dimensiones del huevo alargado de ranura larga (mm)
< 12.7	d + 0.8	d + 1.6	(d + 0.8) por (d+6.4)	(d + 0.8) por (2.5d)
≥ 12.7	d + 1.6	d + 3.2	(d+1.6) por (d+6.4)	(d + 1.6) por (2.5d)

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Es necesario recalcar aquí que las perforaciones para pernos no deben exceder los tamaños especificados en la tabla anterior, excepto en los detalles de bases para columnas y en sistemas estructurales conectados a paredes de concreto, casos en los cuales pueden usarse huecos de diámetro mayor.

A continuación se resumen los chequeos correspondientes a realizar en uniones atornilladas de acuerdo a lo establecido en el Título F.6.5 de la NSR-98:

- Espaciamiento y distancia al borde.
- Tensión en la parte conectada.
- Aplastamiento.
- Fuerza cortante y tensión en pernos.

### 5.5.6. Aspectos constructivos

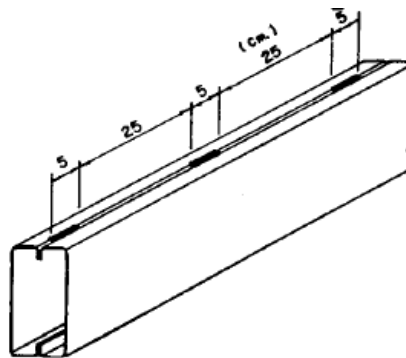
En esta sección se definen los detalles constructivos que encierra el manejo de perfiles estructurales en acero, a partir de los principales parámetros de fabricación que los definen hasta llegar a su funcionamiento final en obra como viguetas de entrepiso para el sistema constructivo de losa en Steel Deck.

#### 5.5.6.1. Conformación de Secciones a partir de Perfiles Estructurales

De acuerdo con las condiciones de uso y las exigencias específicas de diseño, se utilizan como los más usuales en la conformación de elementos estructurales, los tipos de perfil definidos en el literal 5.5.2. “TIPOS DE PERFIL ESTRUCTURAL”, del presente manual.

En la conformación de los diferentes tipos de secciones, se recomienda utilizar soldadura E 70XX, electrodo 1/8", en puntos de 5 cm cada 25 cm, como lo enseña la figura 68. Así mismo en las áreas de aplicación de la soldadura se recomienda retocar el acabado con dos capas de pintura anticorrosiva.

Figura 68. Esquema de Aplicación de Puntos de Soldadura para la Conformación de Perfiles.



\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

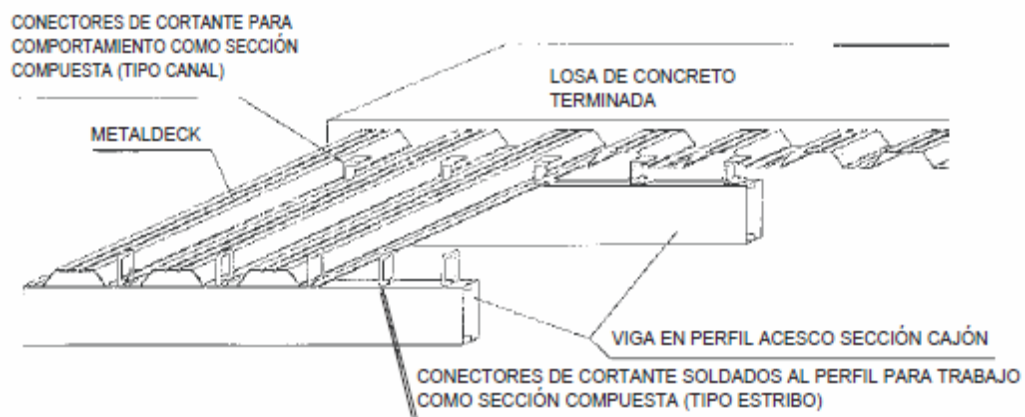
### 5.5.6.2. Perfiles Estructurales como Viguetas en Sección Compuesta

Soportar grandes luces en condiciones de carga elevada es posible al recurrir a un sistema compuesto por una losa Steel Deck y por perfiles de acero (viguetas y vigas) como apoyo de tal sistema.

El concepto consiste en hacer trabajar el esquema de soporte (vigas y viguetas) con la losa de entrepiso, al colocar conectores de cortante que permitan la transmisión de los esfuerzos entre estos elementos.

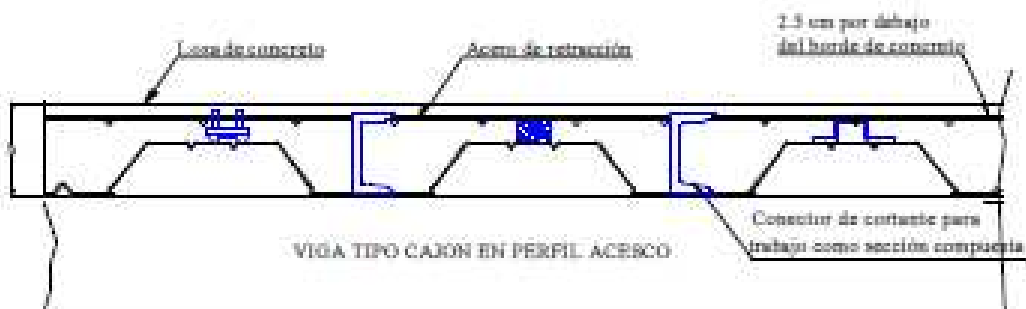
A continuación se enseña un gráfico con el contenido estructural de esta clase de sección compuesta.

Figura 69. Esquema de Sección Compuesta en Sistema Steel Deck y Viguetas de Acero.



En la siguiente figura se muestra la sección transversal del sistema de losa compuesta que se expone en este literal, con la ubicación de conectores, de la malla de acero por retracción y temperatura, y de los diferentes tipos de distanciadores.

Figura 70. Nomenclatura Básica para la Sección Transversal de la Losa.



\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

### **5.5.6.3. Manejo e Instalación de Perfiles Estructurales en Obra**

Los perfiles estructurales en acero presentan una complejidad inferior, mas no menos importante, frente a las láminas de acero, en cuanto a los cuidados requeridos en su manejo e instalación en obra.

Enfocando la utilización de perfiles como esquema de soporte en el proceso constructivo de losa de entrepiso en Steel Deck, a manera de vigas y viguetas del sistema estructural, se determina que el programa estipulado anteriormente para el manejo de las láminas de acero del sistema, aplica de igual forma a los perfiles estructurales en su ubicación definitiva dentro del proyecto.

Es decir que las etapas fundamentales que componen el procedimiento de manejo de perfiles estructurales en obra, se encuentran regidas prácticamente por los mismos parámetros que se contemplan en el literal 5.4.1. "MANEJO E INSTALACIÓN DE LA LÁMINA EN ACERO STEEL DECK", del presente manual. Es necesario hacer aquí claridad en que la adopción de este procedimiento se rige por un orden general en el que cambian los productos objeto, lo que a su vez representa que las medidas cuantitativas de las que se habla en literal enunciado, no aplican a perfiles estructurales. Además, es pertinente esclarecer en este momento que de dicho literal se excluye en esta sección el procedimiento de instalación, ya que los criterios allí expresados son muy distantes del proceso real que en este aspecto define a los perfiles estructurales.

Por otra parte, se debe resaltar también que algunos de los pasos mencionados en dicho literal, y que se hallan contenidos respectivamente dentro de los procesos de empaque, transporte, recepción, descargue, almacenamiento, protección, manejo en obra, izaje y seguridad industrial frente al producto, pueden no aplicar, por no requerirse o por no existir para el caso específico de los perfiles.

Entre todos los aspectos mencionados en esta sección vale la pena recalcar que el proceso de instalación de perfiles, no requiere de especificaciones complejas, pues en el caso de la unión perfil - viga de concreto, el procedimiento consiste tan solo en incrustar los bastones (refuerzo) del perfil dentro de la armadura de refuerzo de la viga que hace parte del sistema estructural principal. Aquí no se hace necesario realizar algún tipo amarre entre los refuerzos viga - perfil, basta tan solo con asegurar que los bastones de los perfiles se encuentran embebidos de la manera adecuada en las vigas en concreto, para posteriormente ejecutar una fundición monolítica de las vigas y por ende, de la unión; pues los perfiles cuentan con unas tapas de cierre soldadas en su interior, de manera transversal, justo en el lugar donde comienza el refuerzo de bastones del perfil, con el objetivo de permitir la entrada de un pequeño volumen de concreto hasta dicha profundidad, en el sentido longitudinal, y así garantizar un anclaje real entre el perfil y la viga de concreto reforzado.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Respecto al caso en el que el sistema estructural principal se halle definido por vigas de acero y el sistema de viguetas de entrepiso por perfiles en acero, la alternativa de conexión de perfil - viga metálica se puede ejecutar a través de sistemas de anclaje ya mencionados como tipo soldadura y demás. Esta modalidad constructiva ofrece de forma comprobada, muy buenos resultados en cuanto al comportamiento estructural del sistema de entrepiso, así como de la edificación en general.

#### 5.5.6.4. Anclaje de Perfiles de Acero a Estructuras de Concreto

La perfilería estructural en lámina delgada de acero, que trabaja como vigueta del sistema compuesto Steel Deck, puede empalmarse a estructuras de concreto reforzado según los detalles de anclaje que se sintetizan en los siguientes esquemas:

Figura 71. Detalle de Anclaje para Fijación de Perfil Metálico en Miembro de Concreto Reforzado.

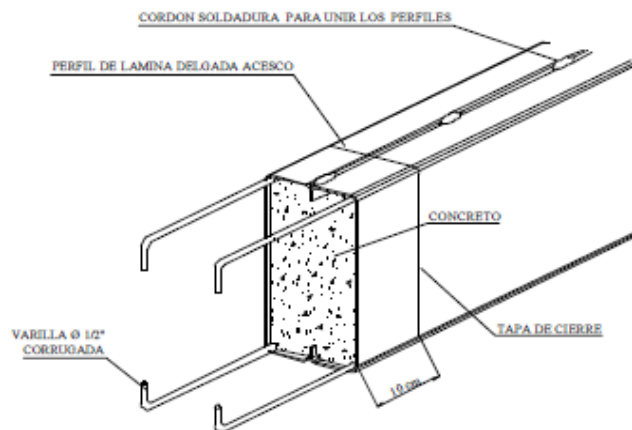
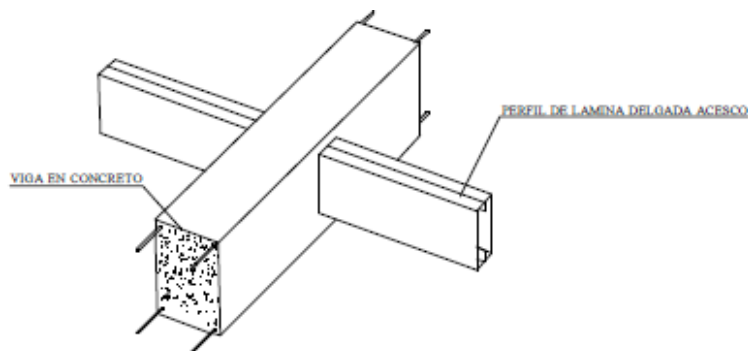


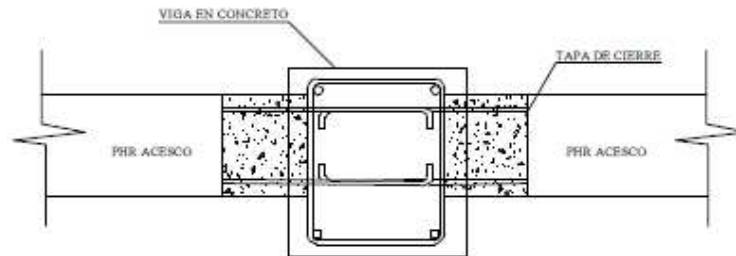
Figura 72. Esquema General de Unión de Vigueta de Acero (Perfil) con Viga de Concreto.



\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Figura 73. Detalle de Anclaje de Perfil de Acero a Viga de Concreto Reforzado.



### 5.5.6.5. Anclaje de Perfiles de Acero a Estructuras de Acero

Las ilustraciones que se relacionan a continuación exponen los detalles de anclaje de viguetas formadas con perfiles estructurales de acero, a vigas del mismo material, para un sistema de soporte de placa de entrepiso en Steel Deck.

Figura 74. Esquema General de Unión de Vigueta (Perfil) con Viga de Alma Llena.

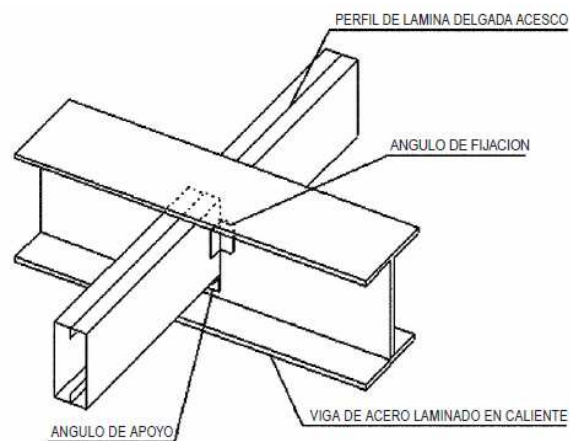
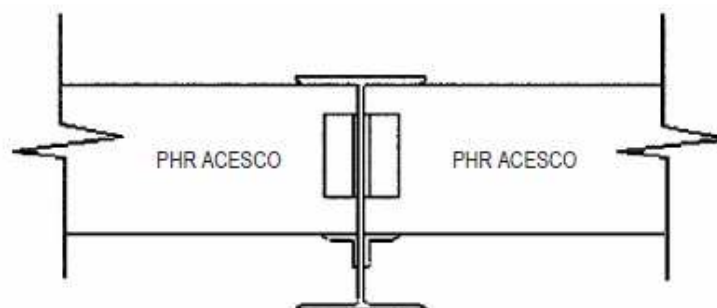


Figura 75. Detalle de Anclaje de Perfil de Acero a Viga de Alma Llena.



\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

### 5.5.6.6. Clases de Conectores

Los tipos de conectores implicados en el desarrollo de este sistema de losa compuesto por Steel Deck y Perfilería Estructural en Acero, son principalmente de dos tipos (figura 76):

- **Conector Tipo Canal.** Es el más usual. Debe ser fijado con soldadura eléctrica E6013, electrodo de 1/8", en cada valle o según recomendación del ingeniero calculista.
- **Conector Tipo Estribo.** Es construido con varilla, y su tamaño y diámetro dependen de las condiciones de esfuerzo presentadas en el sistema compuesto. La recomendación de soldadura es igual a la del conector tipo canal.

En los casos que se presente almacenamiento de agua en la sección cajón se puede drenar el perfil con perforaciones taladradas (broca HSS  $\varnothing$  1/8") en la parte inferior.

Hay que aclarar aquí que los conectores a instalar, deben ser soldados completamente al perfil atravesando la lámina.

Otros tipos de conectores de cortante que se pueden hallar en el mercado se ilustran en la figura 77.

Figura 76. Conectores de Cortante Tipo Canal y Tipo Estribo.

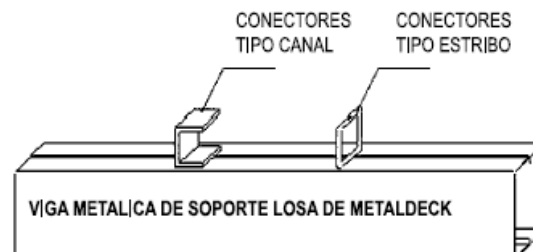
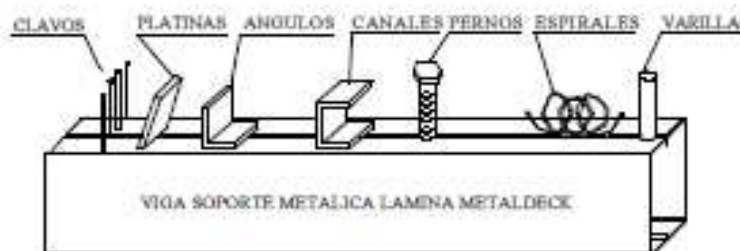


Figura 77. Tipos de Conectores de Cortante Usuales en el Mercado.



\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

## 5.6. PARÁMETROS DE CALIDAD

La normatividad técnica nacional e internacional tiene como objetivo primordial, estipular los estándares técnicos y de calidad por los cuales debe regirse el fabricante de un producto en particular, con el fin de garantizar el cumplimiento constante de los requisitos estipulados para el material.

A medida que avanza la tecnología estas normas son revisadas y ajustadas de manera que permitan la optimización de sus especificaciones dentro de un marco integral en el que interactúen los diferentes factores implícitos en el manejo del producto.

Un esquema de producción determinado por los parámetros estándar de una normatividad conlleva a la fabricación en masa de un elemento en especial; lo cual se traduce finalmente en una disponibilidad constante del producto en el mercado, y por lo general a un precio menor. Sin embargo, algunas aplicaciones requieren con frecuencia de materiales con especificaciones diferentes a lo establecido por las normas al respecto. En estos casos es de vital importancia evaluar con el fabricante las posibilidades y las garantías propias de generar tales productos con cualidades diferentes a las establecidas en los modelos nacionales e internacionales.

Lo anteriormente expuesto demuestra la importancia que habita hoy día en la Gestión de Calidad de una empresa como sello de confiabilidad frente a sus insumos, procesos y productos, haciéndose notoria una necesidad de creación de elementos de apoyo que ayuden en la consecución de las políticas de calidad de la organización.

Con tal propósito surge la idea de elaborar, implantar y promover en las empresas esencialmente constructoras que incentivan continuamente la calidad en sus proyectos, como es el caso de URBANAS S.A., un sistema de control técnico y de calidad orientado específicamente a la ejecución del proceso constructivo “Losa de Entrepiso en Sistema Steel Deck”.

Es por esto que en esta sección, con base en la experiencia obtenida durante la práctica empresarial y con el objeto de garantizar el buen funcionamiento de una obra dentro de su marco de calidad, se propone la siguiente medida como una alternativa eficaz en la supervisión y seguimiento del proceso aquí descrito.

El sistema de control propuesto se compone de dos puntos específicos que orientan por si solos la estructura del procedimiento requerido aquí. Estos son:

- **Certificados de Calidad.** Propios a los dos materiales más representativos del proceso constructivo: Láminas en Acero “Steel Deck y Perfiles Estructurales en Acero.
- **Formato Control de Ejecución y Recibo de Obra.** Enfocado a las actividades componentes del proceso constructivo de losa de entrepiso en Sistema Steel Deck.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Esta herramienta dual busca aportar al crecimiento del plan de calidad de un proyecto constructivo, mediante un esquema dinámico que le permite ajustarse en el tiempo a los cambios que requiera por cuestiones de actualización, así como al proceso de medición y mejora por el que propenda la empresa.

Se ofrece a continuación una descripción del contenido y manejo de la herramienta mencionada.

### **5.6.1. Certificados de calidad**

Conocer el comportamiento propio de los materiales constructivos es un factor fundamental que precede a la ejecución de cualquier actividad de obra que comprometa directamente a tales insumos.

Es por esto que se hace necesaria la verificación de los certificados de calidad de un producto, con el fin de detallar las características sobre las cuales se espera, se desarrolle el material y poder predecir así su progreso durante y después de la realización del proceso constructivo.

Siendo esto claro, se establece en este literal como parte de la propuesta del programa de control de calidad del proceso constructivo de losa de entrepiso en sistema Steel Deck, el procedimiento a seguir en la comprobación de cumplimiento de los parámetros prescritos por la normatividad vigente en el tema en cuanto a los dos materiales más representativos del proceso, que son las Láminas en Acero “Steel Deck” y los Perfiles Estructurales en Acero.

El procedimiento comienza solicitando al proveedor de ambos productos los certificados de calidad respectivos para el chequeo de sus propiedades técnicas y de calidad, por parte del directo encargado de este aspecto del proyecto en obra. Esta documentación debe ser enviada a obra en forma adjunta con el despacho del material solicitado, con el fin de comprobar en la recepción del pedido, la real correspondencia entre la información suministrada y las características físicas que se visualizan en el producto, para finalmente proceder a su aceptación o a su devolución al proveedor.

La verificación consiste en revisar en los reportes de calidad de cada uno de los productos en mención, los siguientes parámetros:

- Marca: Fabricante
- Cliente: Proyecto o Proveedor.
- Producto: Láminas en Acero “Steel Deck” o Perfiles Estructurales en Acero.
- Fecha: Corresponde a la fabricación del producto.
- Dimensiones del Producto: Dependen del tipo de producto específico.
- Colada: Referencia el lote de producción del material.
- Peso.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

- Espesor: Tanto Laminado como Galvanizado.
- Capa de Zinc: Establece la presencia o no de este recubrimiento en el material.
- Propiedades Mecánicas: Están constituidas por Dureza, Porcentaje de elongación, Extruencia, Resistencia máxima, Tensión.
- Descripción de Composición Química: Cantidad de Carbono, Manganeso, Fósforo, Azufre y Silicio presente en el material.
- Observaciones: Referencia las normas técnicas con las que cumple el material por especificación, según fabricación.
- Firmas: Generalmente los reportes de calidad deben contener las firmas de los directos responsables en fábrica, a menos que exista una explicación válida que justifique su ausencia.

Una vez concluido el reconocimiento de todo el material, se autoriza el ingreso a obra de aquel que fué aceptado por cumplir con especificaciones, para proceder luego a archivar en la división de calidad del proyecto, los certificados mencionados.

En Colombia las especificaciones nacionales e internacionales por las que se rigen estos productos de lámina galvanizada son:

- **Normas Internacionales:** Las Normas Americanas ASTM (American Society for Testing Materials) y las Normas Japonesas JIS (Japanese Industrial Society), son las más aceptadas comercialmente.
- **Normas Nacionales:** Colombia se rige por las Normas Técnicas Colombianas (NTC) desarrolladas por el ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas).

La siguiente tabla consigna las principales normas técnicas nacionales e internacionales de producción que aplican a los productos galvanizados.

Tabla 15. Normas Técnicas Nacionales e Internacionales que aplican a Productos Galvanizados.

<i>PRODUCTO</i>	<i>ASTM</i>	<i>JIS</i>	<i>ICONTEC</i>
Lámina galvanizada por inmersión en caliente	A 653/924	G 3302	NTC 4011y NTC 3940
Lámina electrogalvanizada	A 623	G 3313	NTC - 3238
Lámina pre-pintada	A 755	G 3312	NTC - 3465
Teja de Zinc	A 929	G 3316	NTC - 1919

Los dos esquemas siguientes representan cada uno y en forma respectiva, los certificados de calidad de los productos Láminas en Acero “Steel Deck” y Perfiles Estructurales en Acero, utilizados en el Proyecto Sotomayor Conjunto Residencial.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **Certificado de Calidad de Láminas en Acero “Steel Deck”**

Tabla 16. Certificado de Calidad de Láminas en Acero “Steel Deck”.

CLIENT/ CLIENTE		DISTRIBUCIONES COLOMBIA LIMITADA											CODE/ NUMERO		73132	
Item	Coil # / Número de lote	Melt/ Colada	Weight/ Peso kg.	ESPEJOR mm LAMINADO	ESPEJOR mm GALVANIZ	CAPA DE ZINC (gr/m2)	DUREZA (HRB)	ALAR ( % ) (EL)	LE (MPa) (YP)	RM (MPa) (TS)	COM C	POS Mn	ICI P	ONS S	UIM SI	
<b>METALDECK</b>																
DIMENSIONES (SIZES) MD2-GALV 22 0.750 940x10360 mmML 180 ✓																
1	B8424AAXXXC-MA	3079276	62.16	N/A	.753	213.000	71.667	27.200	345.000	414.000	.100	.471	.017	.011	.014	
<b>METALDECK</b>																
DIMENSIONES (SIZES) MD2-GALV 22 0.750 940x4140 mmML 180 ✓																
2	B8440AAXXXC-MI	2622262	49.68	N/A	.743	215.000	70.000	35.000	337.000	399.000	.080	.464	.016	.008	.008	
<b>METALDECK</b>																
DIMENSIONES (SIZES) MD2-GALV 22 0.750 940x6200 mmML 180 ✓																
3	B8425AAXXXC-MG	3079221	86.80	N/A	.743	203.000	75.667	28.800	349.000	414.000	.100	.433	.013	.007	.007	
<b>METALDECK</b>																
DIMENSIONES (SIZES) MD2-GALV 22 0.750 940x7030 mmML 180 ✓																
4	B8424AAXXXC-MY	3079276	14.06	N/A	.753	213.000	71.667	27.200	345.000	414.000	.100	.471	.017	.011	.014	
<b>METALDECK</b>																
DIMENSIONES (SIZES) MD2-GALV 22 0.750 940x7100 mmML 180 ✓																
5	B8424AAXXXC-MX	3079276	14.20	N/A	.753	213.000	71.667	27.200	345.000	414.000	.100	.471	.017	.011	.014	
<b>METALDECK</b>																
DIMENSIONES (SIZES) MD2-GALV 22 0.750 940x7340 mmML 180 ✓																
6	B8424AAXXXC-MW	3079276	58.72	N/A	.753	213.000	71.667	27.200	345.000	414.000	.100	.471	.017	.011	.014	
<b>METALDECK</b>																
DIMENSIONES (SIZES) MD2-GALV 22 0.750 940x7360 mmML 180 ✓																
7	B8424AAXXXC-MV	3079276	14.72	N/A	.753	213.000	71.667	27.200	345.000	414.000	.100	.471	.017	.011	.014	

This certificate do not require signature because the data are taken from the source and printed by computer. /  
Este certificado no requiere firma autógrafa ya que los datos son tomados de la fuente e impresos por computador

Date/Fecha: 10/31/2008-09:46      Quality Control / Control de Calidad      Page/Página 1 / 4

Fuente: Plan de Calidad de la Obra Sotomayor Conjunto Residencial

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **Certificado de Calidad de Perfiles Estructurales en Acero**

Tabla 17. Certificado de Calidad de Perfiles Estructurales en Acero.

CLIENT/ CLIENTE		DISTRIBUCIONES COLOMBIA LIMITADA										CODE/ NUMERO		72700	
Item	Coil # / Número de lote	Melt/ Colada	Weight/ Peso kg.	ESPEJOR mm LAMINADO	ESPEJOR mm GALVANIZ	CAPA DE ZINC (gr/m <sup>2</sup> )	DUREZA (HRB)	ALAR ( % ) (EL)	LE (MPa) (YP)	RM (MPa) (TS)	COM C	POS Mn	ICI P	ONS	UIM SI
PERFIL LAMINADO EN CALIENTE GRADO 50															
DIMENSIONES (SIZES) PHR-C						2.000	305x3450	mmML. G50							
1	B7662AXXXXXX-Pv	ZT1481	13.80	2.169	N/A	N/A	87.400	25.000	469.000	586.000	.160	.750	.010	.006	.180
PERFIL LAMINADO EN CALIENTE GRADO 50															
DIMENSIONES (SIZES) PHR-C						2.000	305x5260	mmML. G50 ✓							
2	B7662AXXXXXX-Pu	ZT1481	21.04	2.169	N/A	N/A	87.400	25.000	469.000	586.000	.160	.750	.010	.006	.180
PERFIL LAMINADO EN CALIENTE GRADO 50															
DIMENSIONES (SIZES) PHR-C						2.000	305x5680	mmML. G50 ✓							
3	B7662AXXXXXX-Pt	ZT1481	22.72	2.169	N/A	N/A	87.400	25.000	469.000	586.000	.160	.750	.010	.006	.180
PERFIL LAMINADO EN CALIENTE GRADO 50															
DIMENSIONES (SIZES) PHR-C						2.000	305x5710	mmML. G50 ✓							
4	B7662AXXXXXX-Ps	ZT1481	68.52	2.169	N/A	N/A	87.400	25.000	469.000	586.000	.160	.750	.010	.006	.180
PERFIL LAMINADO EN CALIENTE GRADO 50															
DIMENSIONES (SIZES) PHR-C						2.000	305x6070	mmML. G50 ✓							
5	B7662AXXXXXX-Pr	ZT1481	72.84	2.169	N/A	N/A	87.400	25.000	469.000	586.000	.160	.750	.010	.006	.180
PERFIL LAMINADO EN CALIENTE GRADO 50															
DIMENSIONES (SIZES) PHR-C						2.000	305x6100	mmML. G50 ✓							
6	B7662AXXXXXX-Pq	ZT1481	24.40	2.169	N/A	N/A	87.400	25.000	469.000	586.000	.160	.750	.010	.006	.180
PERFIL LAMINADO EN CALIENTE GRADO 50															
DIMENSIONES (SIZES) PHR-C						2.000	305x6300	mmML. G50							
7	B7662AXXXXXX-Pp	ZT1481	25.20	2.169	N/A	N/A	87.400	25.000	469.000	586.000	.160	.750	.010	.006	.180

This certificate do not require signature because the data are taken from the source and printed by computer. /  
Este certificado no requiere firma autógrafa ya que los datos son tomados de la fuente e impresos por computador

Date/Fecha: 10/23/2008-11:25      Quality Control / Control de Calidad      Page/Página 1 / 3

Fuente: Plan de Calidad de la Obra Sotomayor Conjunto Residencial

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

### 5.6.2. Formato de calidad

En esta sección se enseña el formato de calidad creado con el fin de apoyar el seguimiento y control integral del proceso constructivo de losa de entrepiso en sistema Steel Deck, durante todo su proceso de elaboración.

Este formato, que se ha denominado “Control de Ejecución y Recibo de Obra Sistema Steel Deck”, ha sido definido propiamente para cada actividad principal componente de la secuencia del proceso, con el fin de garantizar el avance de obra frente a este elemento estructural, dentro de los parámetros técnicos, de calidad y de programación estipulados por los estándares vigentes en el tema.

El formato se encuentra conformado por cinco (5) páginas específicas que estructuran la información total del proceso en 8 etapas fundamentales, como son:

1. Diseño
2. Empaque, Transporte, Recepción y Descargue
3. Almacenamiento
4. Tipo de sistema estructural principal
5. Sistema de instalación de perfiles
6. Sistema de instalación de láminas
7. Instalación de Viguetas en Acero
8. Construcción de Losa en Sistema Steel Deck

Cada una de las páginas del formato mantiene prácticamente el mismo esquema de presentación; su variación radica tan solo en la definición del producto por recepción o por construcción.

Tal esquema se encuentra identificado particularmente por los siguientes aspectos:

- Logo de la empresa: Símbolo de la empresa constructora
- Título: Control de Ejecución y Recibo de Obra
- Código: Clasificación interna de formatos de la empresa
- Versión: Número correspondiente a última modificación
- Obra o Proyecto: Nombre del proyecto constructivo
- Capítulo: Sistema Steel Deck
- Año: En el que se realiza la contracción de la losa
- Página: Establece la página diligenciada, de las cinco totales de las que se compone el formato
- Localización: Ubicación geográfica del elemento en obra
- Producto: Recepción (Perfil o Lámina), y Construcción (Perfil y Lámina)
- Actividad: Nomenclatura de la losa de entrepiso a construir. Por ejemplo, “Losa Entrepiso Parquadero Sótano 2”
- Fecha de Inicio: Comienzo de labores constructivas de la losa

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

- Fecha de Fin: Finalización de labores constructivas de la losa
- Criterios: Referencia los parámetros de la secuencia constructiva
- Revisiones: Con una **x** se señala el caso respectivo de cumplimiento de cada criterio (NC, C, NR)
- Observaciones: Anotaciones propias e importantes a cada criterio del proceso constructivo de la losa durante su ejecución
- Recibido: Firma de quien acepta la ejecución del criterio
- Observaciones: Recomendaciones generales del proceso constructivo

Es necesario aclarar que aunque las páginas 1 y 2 son idénticas en el esquema de información, se debe diligenciar cada una en forma independiente por cada producto a recibir y a almacenar en obra, señalizando previamente con una **x** la casilla correspondiente a perfiles en acero o a láminas en acero, según el caso.

En cuanto a las páginas 3, 4 y 5 se debe recalcar que su información concierne a los dos productos principales de este proceso constructivo (perfiles y láminas en acero), detallando su uso conjunto en la secuencia de desarrollo general del proceso.

El diligenciamiento de este formato debe ser llevado a cabo por los directos responsables del proceso constructivo; pero específicamente por el supervisor encargado de la obra.

Una vez este procedimiento se encuentre concluido en su totalidad, en cuanto a ejecución y documentación, se procede a archivar el formato diligenciado junto con la documentación general de calidad de la obra, según previa verificación y aprobación por parte del personal de calidad del proyecto.

A continuación se enseña el formato de calidad diseñado para este fin.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **Formato de Calidad: Control de Ejecución y Recibo de Obra. Losa Entrepiso en Sistema Steel Deck**

Tabla 18. Formato Control de Ejecución y Recibo de Obra. Losa Entrepiso en Sistema Steel Deck. Páginas 1 y 2.

LOGO EMPRESA		CONTROL DE EJECUCIÓN Y RECIBO DE OBRA					CÓDIGO		
							VERSIÓN	1	
OBRA O PROYECTO:									
CAPITULO: SISTEMA STEEL DECK					AÑO:		PÁGINA: 1 / 5		
LOCALIZACIÓN:			PRODUCTO: LÁMINA EN ACERO		PERFIL EN ACERO				
ACTIVIDAD	FECHA INICIO	FECHA FIN	CRITERIOS	REVISIONES			OBSERVACIONES	RECIBIDO	
				NC	C	NR		SUPERVISOR	DIRECTOR RESIDENTE
			<b>DISEÑO</b>						
			Planos constructivos aprobados						
			Memorias de cálculo de análisis estructural y diseños						
			<b>EMPAQUE, TRANSPORTE, RECEPCIÓN Y DESCARGUE</b>						
			Preparación general de zona de almacenamiento						
			Medidas de seguridad apropiadas (personal y obra)						
			Acceso adecuado a obra						
			Personal capacitado en manejo de material						
			Certificado de calidad						
			Vehículo de transporte carpado						
			Producto sobre estibas en camión de plataforma rígida						
			Producto en paquetes debidamente identificados						
			Producto en buen estado y con partes completas						
			Verificación de sello indeleble en el producto						
			Inventario completo del producto por pedido						
			Descarga mecánica (grúa o montacargas)						
			Descarga manual del producto						
			<b>ALMACENAMIENTO</b>						
			Producto aislado del terreno natural						
			Producto cubierto						
			Producto ventilado a temperatura ambiente						
			Producto sujeto en forma adecuada						
			Producto con pequeña inclinación						
			Producto orientado en sentido de instalación						
			Producto en pequeños volúmenes						
Observaciones: Es recomendable como zona de almacenamiento, una superficie plana, uniforme, cercana a lugar de instalación, ubicada sobre elementos estructurales principales de la estructura y totalmente libre de desechos, materiales y equipos.							NC = NO CUMPLE C= CUMPLE NR= NO REQUIERE		

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Tabla 19. Formato Control de Ejecución y Recibo de Obra. Losa Entrepiso en Sistema Steel Deck. Página 3.

LOGO EMPRESA		CONTROL DE EJECUCIÓN Y RECIBO DE OBRA				CÓDIGO			
						VERSIÓN	1		
OBRA O PROYECTO:									
CAPITULO: SISTEMA STEEL DECK					AÑO:		PÁGINA: 3 / 5		
LOCALIZACIÓN:					PRODUCTO:		PERFIL EN ACERO y LÁMINA COLABORANTE EN ACERO		
ACTIVIDAD	FECHA INICIO	FECHA FIN	CRITERIOS	REVISIONES			OBSERVACIONES	RECIBIDO	
				NC	C	NR		SUPERVISOR	DIRECTOR RESIDENTE
			<b>TIPO DE SISTEMA ESTRUCTURAL PRINCIPAL</b>						
			Estructura en concreto						
			Estructura en acero						
			Estructura mixta (concreto y acero)						
			<b>SISTEMA DE INSTALACIÓN DE PERFILES</b>						
			Anclaje de perfil (vigüeta) a Estructura de concreto reforzado (viga)						
			Anclaje de perfil (vigüeta) a Estructura de acero (viga)						
			<b>SISTEMA DE INSTALACIÓN DE LÁMINAS</b>						
			Láminas en acero sobre Vigas prefabricadas en concreto						
			Vigas en concreto y Sistema Steel Deck, fundidos en dos etapas						
			Vigas en concreto y Sistema Steel Deck, fundidos monolíticamente						
			Láminas en acero sobre Vigas metálicas						
			<b>INSTALACIÓN DE VIGUETAS EN ACERO</b>						
			Geometría de perfil estructural (tipo de perfil)						
			Perfil con puntos de soldadura indicados (6 cm, cada 25 cm)						
			Tipo de conexión en conformación de secciones (soldada o atornillada)						
			Cumplimiento de refuerzo del perfil (bastones de vigüeta)						
			Cumplimiento de tapas de cierre del perfil (láminas internas)						
			Instrucción de personal calificado sobre instalación, peligros y riesgos						
			Perfecto estado de estructura de soporte (entablado y encofrado vigas)						
			Medidas de seguridad apropiadas (personal y obra)						
			Anclaje en acero de vigüeta y viga, con ángulos de fijación (lateral)						
			Anclaje en acero de vigüeta y viga, con ángulos de apoyo (inferior)						
			Instalación de bastones de perfil dentro de refuerzo de viga (concreto)						
			Instalación de perfiles en posición correcta						
			Limpieza general de elementos y conexiones						
			Sistema de conexiones completo y totalmente asegurado						
			Fundición monolítica de vigas y conexiones (perfil - viga)						
			Cumplimiento de especificaciones del concreto (recomendación)						
			Concreto con aditivos o acelerantes (sin agentes corrosivos)						
			Fundición de vigas y conexiones						
			Vibrado del concreto						
			Control de cargas y deformaciones del sistema durante fundición						
			Cumplimiento de altura final de viga por diseño (cm)						
			Desencofrado y acabado de vigas						
			Curado de vigas						
Observaciones: En cuanto a la instalación de redes se deben llevar además de este formato, los respectivos a cada una por ejecución y recibo de obra.							NC = NO CUMPLE C= CUMPLE NR= NO REQUIERE		

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Tabla 20. Formato Control de Ejecución y Recibo de Obra. Losa Entrepiso en Sistema Steel Deck. Página 4.

LOGO EMPRESA		CONTROL DE EJECUCIÓN Y RECIBO DE OBRA				CÓDIGO			
						VERSIÓN	1		
<b>OBRA O PROYECTO:</b>									
<b>CAPITULO:</b> SISTEMA STEEL DECK					<b>AÑO:</b>		<b>PÁGINA:</b> 4 / 5		
<b>LOCALIZACIÓN:</b>					<b>PRODUCTO:</b>		PERFIL EN ACERO y LÁMINA COLABORANTE EN ACERO		
ACTIVIDAD	FECHA INICIO	FECHA FIN	CRITERIOS	REVISIONES			OBSERVACIONES	RECIBIDO	
				NC	C	NR		SUPERVISOR	DIRECTOR RESIDENTE
			<b>CONSTRUCCIÓN DE LOSA EN SISTEMA STEEL DECK</b>						
			Diseño láminas como formaleta (recomendaciones)						
			Diseño láminas como sección compuesta						
			Control de cargas, esfuerzos y deflexiones del sistema						
			Cargas concentradas de gran magnitud (mayores a 10 kN) (recomendaciones)						
			Cargas ambientales y dinámicas (Le / h ≤ 25)						
			Protección de lámina por situación extraordinaria de deterioro						
			Protección contra fuego						
			Geometría de losa a cubrir (regular o irregular)						
			Plan de instalación de láminas (punto de inicio y dirección)						
			Instrucción de personal calificado sobre instalación, peligros y riesgos						
			Zona de trabajo con ancho mínimo de 4.00 m						
			Perfecto estado de estructura de soporte (nivelación y conexiones)						
			Limpieza general de zona de instalación (equipos, materiales y desechos)						
			Equipo de instalación apropiado						
			Comunicación adecuada con operadores de instalación						
			Medidas de seguridad apropiadas (personal y obra)						
			Cumplimiento de distancia entre apoyos						
			Instalación correcta de viguetas del sistema						
			Instalación de apuntalamiento						
			Instalación de láminas en posición correcta						
			Longitud de apoyo mínima de lámina (40 mm o 25 mm, recomendación)						
			Corte de láminas en obra (recomendación)						
			Fijación lateral (traslape de láminas en sentido longitudinal) (recomendación)						
			Anclajes de lamina en bordes y apoyos (recomendación, láminas con luz>1.50 m)						
			Espaciamiento máximo entre puntos de anclaje (450 mm)						
			Conformación de plataforma de trabajo						
			Control de cargas en voladizos y en formaleta en general (recomendación)						
			Protección y señalización de bordes y aberturas en losa						
			Instalación de tapas de cierre						
			Instalación de testero (guardera) con indicación del nivel final de losa						
			Reparación de láminas dañadas o mal perforadas (recomendación)						
			Sustitución de láminas dañadas o mal perforadas (recomendación)						
			Instalación de platina de refuerzo (recomendación)						
			Instalación de conectores de cortante en apoyo (altura mínima 3.9 cm, desde cresta)						
			Instalación de distanciadores o separadores (recomendación)						
Observaciones: Revisar recomendaciones principalmente sobre Sistema de instalación de láminas (Tipo de elemento de apoyo), Control de voladizo, Longitud de apoyo mínima de lámina, Fijación lateral, Apuntalamiento temporal, Altura de placa, Instalación de refuerzo por retracción de fraguado y temperatura, Anclaje de láminas de acero, Acero refuerzo por momento negativo, Especificaciones del concreto, Instalación de conectores de cortante							NC = NO CUMPLE C= CUMPLE NR= NO REQUIERE		

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Tabla 21. Formato Control de Ejecución y Recibo de Obra. Losa Entrepiso en Sistema Steel Deck. Página 5.

LOGO EMPRESA		CONTROL DE EJECUCIÓN Y RECIBO DE OBRA				CÓDIGO			
						VERSIÓN	1		
OBRA O PROYECTO:									
CAPITULO: SISTEMA STEEL DECK					AÑO:		PÁGINA: 5 / 5		
LOCALIZACIÓN:					PRODUCTO:		PERFIL EN ACERO y LÁMINA COLABORANTE EN ACERO		
ACTIVIDAD	FECHA INICIO	FECHA FIN	CRITERIOS	REVISIONES			OBSERVACIONES	RECIBIDO	
				NC	C	NR		SUPERVISOR	DIRECTOR RESIDENTE
			CONSTRUCCIÓN DE LOSA EN SISTEMA STEEL DECK						
			Instalación red de gas (embebida)						
			Instalación red eléctrica (embebida)						
			Instalación red hidráulica (embebida)						
			Instalación red sanitaria (embebida)						
			Instalación ductos pasantes de gas						
			Instalación ductos pasantes eléctricos						
			Instalación ductos pasantes hidráulicos						
			Instalación ductos pasantes sanitarios						
			Sobre altura en zonas húmedas						
			Instalación de refuerzo por retracción de fraguado y temperatura (recomendación)						
			Acero de refuerzo por momento negativo (recomendación)						
			Recubrimiento mínimo de concreto sobre nivel de cresta de lámina (50 mm)						
			Recubrimiento mínimo de concreto sobre refuerzo negativo (20 mm)						
			Limpieza general del tablero por proceso de fundición						
			Instalación de apuntalamiento temporal (durar hasta 75% resistencia del concreto)						
			Plataforma completa y totalmente asegurada						
			Protección de áreas sometidas a cargas importantes (entablado)						
			Cumplimiento de especificaciones del concreto (recomendación)						
			Concreto con aditivos o acelerantes (sin agentes corrosivos)						
			Fundición losa (vaciado de concreto en forma adecuada)						
			Vibrado del concreto						
			Control de cargas y deformaciones del sistema durante fundición						
			Cumplimiento de altura final de losa por diseño (cm)						
			Acabado de losa (Llana y Helicóptero)						
			Curado de losa de entrepiso						
			Instalación red de gas (descolgada)						
			Instalación red eléctrica (descolgada)						
			Instalación red hidráulica (descolgada)						
			Instalación red sanitaria (descolgada)						
			Preparación de superficie de láminas a pintar (lija y anticorrosivo)						
			Aplicación de pintura a láminas de acero						
Observaciones: Revisar recomendaciones principalmente sobre Instalación de distanciadores o separadores, Láminas Dañadas y Perforaciones Cargas concentradas de gran magnitud, Cargas Ambientales y Cargas Dinámicas, Lámina de Acero como Formaleta, Geometría de perfil estructural, Fijación lateral, Apuntalamiento Temporal, Tipo de corte de láminas en obra, Seguridad y Generalidades entre otros.							NC = NO CUMPLE C= CUMPLE NR= NO REQUIERE		

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

## 5.7. REGISTRO FOTOGRÁFICO

### SISTEMA STEEL DECK EN SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL

Figura 78. Sistema de Transporte e Inventario de Pedido. Certificados de Calidad.



Figura 79. Sistema de Transporte e Inventario de Pedido. Certificados de Calidad.



Figura 80. Verificación de Medidas y Especificaciones.



Figura 81. Verificación de Medidas y Especificaciones.



Figura 82. Tapa de Cierre y Bastones de Anclaje.



Figura 83. Descarga sobre Bases de Madera.



**SISTEMA STEEL DECK EN SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL**

Figura 84. Almacenamiento con Inclinación sobre Bases de Madera.



Figura 85. Almacenamiento con Inclinación sobre Bases de Madera.



Figura 86. Instalación del Sistema de Soporte de Vigas y Losa de entrepiso.



Figura 87. Verificación de Medidas del Sistema de Soporte.



Figura 88. Entablarado para Conformación de Vigas y Losa de Entrepiso.



Figura 89. Armado y Encofrado de Vigas para el Sistema de Entrepiso.



**SISTEMA STEEL DECK EN SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL**

Figura 90. Instalación de Viguetas (Perfiles) en Sistema de Entrepiso Steel Deck.



Figura 91. Unión Viga en Concreto con Vigüeta en Acero.



Figura 92. Detalle de Unión del Refuerzo de Viga en Concreto con Bastones de Vigüeta en Acero. (No Existe Amarre entre Ellos)



Figura 93. Unión entre Viguetas (Perfiles) en Acero, en Sistema de Entrepiso Steel Deck.



Figura 94. Unión de Viguetas en Acero por Conexión Tipo Soldadura.



Figura 95. Eliminación de Residuos en Conexión Soldada de Viguetas en Acero



**SISTEMA STEEL DECK EN SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL**

Figura 96. Detalle de Acabado en Unión de Viguetas por Conexión Tipo Soldadura.



Figura 97. Esquema General de Estructura de Vigas y Viguetas de Entrepiso en Steel Deck.



Figura 98. Fundición Monolítica de Vigas y de Uniones Viga - Vigueta, en entrepiso.



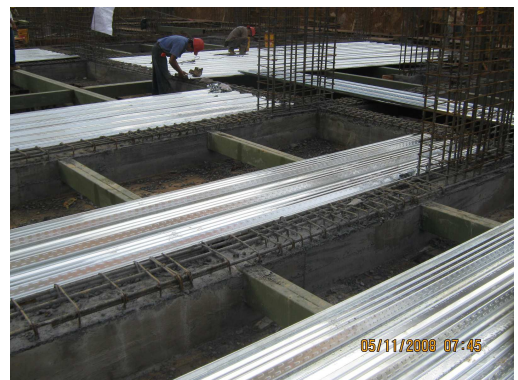
Figura 99. Vibrado en Fundición de Vigas y Viguetas, del Sistema Steel Deck.



Figura 100. Desencofrado de Vigas. Esquema de Uniones tras Endurecer las Vigas.



Figura 101. Instalación de Láminas en Acero con Nervios Perpendiculares al Sentido de Viguetas.



**SISTEMA STEEL DECK EN SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL**

Figura 102. Corte de Láminas de Acero en Obra.



Figura 103. Instalación de Láminas en Acero con Nervios Perpendiculares al Sentido de Viguetas.

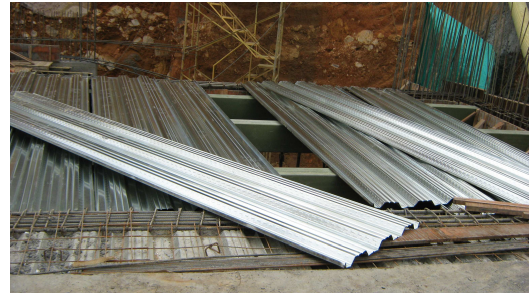


Figura 104. Instalación de Láminas en Acero para conformaron de la Plataforma en Steel Deck



Figura 105. Instalación de Conectores de Losa mediante Soldadura.



Figura 106. Detalle de Instalación de Malla por Retracción y Temperatura. Amarre de Conectores y Distanciadotes a Malla.



Figura 107. Detalle de Instalación de Red Eléctrica sobre Plataforma del Sistema de Losa en Steel Deck.



## **SISTEMA STEEL DECK EN SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL**

Figura 108. Instalación Refuerzo Negativo para Losa de Parquadero en Sistema Steel Deck. Refuerzo en Dirección de Viguetas por Diseño.



Figura 109. Detalle de Ubicación de Láminas de Acero de Losa Respecto a Otros Elementos Estructurales (Vigas, Muros, Etc.).



Figura 110. Proceso General de Instalación de los Diferentes Elementos Embebidos en la Losa.

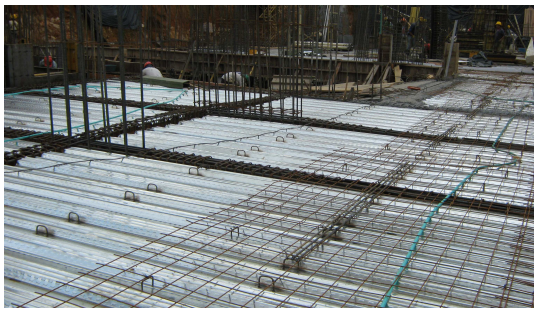


Figura 111. Apuntalamiento de Losa en Puntos Específicos de Viguetas.



Figura 112. Esquema de Conformación Interna de Losa en Steel Deck, para Funcionamiento como Parquadero. Caja de Perforación de Losa.



Figura 113. Fundición de Losa de Entrepiso en Sistema Steel Deck.



\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

**SISTEMA STEEL DECK EN SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL**

Figura 114. Acabado de Losa en Steel Deck para Parqueadero usando Llana Metálica y Helicóptero, respectivamente.



Figura 115. Funcionamiento de Placa Sin Apuntalamiento, tras alcanzar Resistencia. Sistema Compuesto de Lámina Colaborante.



Figura 116. Puesta en Servicio de la Losa en Steel Deck, tras alcanzar su Resistencia. Función de Sistema Compuesto de Lámina Colaborante.



Figura 117. Instalación de Tubería Descolgada en la Parte Inferior de Losa en Steel Deck.



Figura 118. Detalle de Instalación de Tubería Descolgada en la Parte Inferior de Losa en Steel Deck.

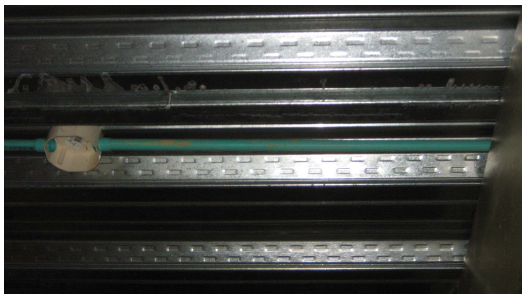


Figura 119. Losa de entepiso en Sistema Steel Deck Respondiendo Satisfactoriamente Ante la Solicitación de Carga.



## 6. CONCLUSIONES

- Al realizar un estudio concienzudo y profundo del trabajo ejecutado tanto en el campo de la práctica empresarial como en el entorno netamente académico, es posible concluir que se lograron alcanzar los diferentes objetivos trazados en el planteamiento global del presente proyecto de grado.
- El desarrollo de la práctica empresarial en la constructora URBANAS S.A. permitió adquirir a través del medio empírico, un esquema más real, tangible y preciso de los diferentes conceptos técnicos y académicos que encierra el ejercicio de la Ingeniería Civil en función de su aplicación directa en obra.
- Se incentivó el espíritu empírico, crítico e investigativo en el afán de establecer a manera de aporte, un procedimiento técnico general en el que se enunciaran las pautas principales a seguir a la hora de ejecutar en obra un proceso constructivo específico, como lo es el sistema de losa de entrepiso en lámina colaborante Steel Deck, dentro de sus esquemas ingenieriles y de mercado.
- El cumplimiento de las funciones específicas como Auxiliar de Calidad en Obra se logró satisfactoriamente, al coordinar de forma adecuada la documentación y las actividades propiamente definidas para el Sistema de Gestión de Calidad (SGC) del proyecto Sotomayor Conjunto Residencial, con base en las políticas de calidad que la organización empresarial URBANAS S.A. ha estipulado previamente para la ejecución de sus obras de construcción y urbanismo.
- Hoy es totalmente clara la gran importancia que posee el conocer, entender y manejar de forma correcta el concepto de Sistema de Gestión de Calidad en una organización empresarial de cualquier índole, como mecanismo de garantía de su crecimiento, competitividad y reconocimiento dentro de la especialidad en la que esta se desenvuelve, al demostrar coherencia en sus acciones frente a sus definiciones de misión, visión, políticas y objetivos de calidad.
- Alcanzar un nivel de habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Civil, superior al adquirido hasta el momento con las herramientas académicas aportadas netamente por la Universidad Industrial de Santander, fue uno de los principales logros en el desarrollo de la presente modalidad de proyecto de grado, tras generar una confrontación y reestructuración de las bases teóricas asimiladas durante el transcurso de la carrera, con los casos del día a día en función de la profesión.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

- La práctica empresarial permitió aterrizar la noción de seguridad industrial en una obra civil, conllevando hoy a definirla como un aspecto que juega un papel protagónico hasta en la mas simple actividad a ejecutar en un proyecto de carácter constructivo; estableciéndose la necesidad de trascender hasta el punto de promover y crear una real conciencia de su importancia como mecanismo de salud frente a los directos involucrados en obra y frente al entorno del proyecto en general.
- Es gratificante haber apoyado a la empresa URBANAS S.A., específicamente a su proyecto Sotomayor Conjunto Residencial, a través del constante seguimiento, ejecución y control de los diferentes parámetros requeridos por él, tanto desde el enfoque de calidad como en lo respectivo a las diversas actividades desarrolladas mediante otros cargos administrativos de la obra, mucho mas al tener en cuenta, el progreso actual del proyecto y los excelentes resultados obtenidos en sus auditorias externas e internas.
- Es necesario resaltar el crecimiento personal adquirido durante el desarrollo de la pasantía, dada la importancia y complejidad que encierra el manejo cuidadoso del personal tanto en obra como externo a él, por tratarse de un esquema que se sale totalmente de los aspectos teóricos y técnicos de una profesión.
- Frente al proceso constructivo como tal, se hace necesario resaltar que, al ser una construcción más limpia, la estructura de acero genera menos traumatismos en las obras y menor impacto ambiental; además presenta la ventaja de poder reciclarse fácilmente mediante procesos siderúrgicos.
- La dinámica de una estructura liviana en Steel Deck es menos compleja que la de una estructura tradicional en concreto, lo que hace más fácil su diseño y construcción, requiriendo cimentaciones de menor proporción, y generando por tanto, una disminución en los costos del proceso constructivo y de las excavaciones en general.
- El acero estructural siendo un material con altos costos de inversión, genera obras de menor costo a largo plazo, debido a sus características propias, que repercuten finalmente en un menor tiempo de construcción y en la durabilidad del sistema estructural.
- El acero necesita mantenimiento y supervisión periódica dada su característica de material altamente corrosivo, por lo tanto, se hace necesaria la aplicación de recubrimientos especiales como los son los anticorrosivos, galvanizados y pinturas; lo cual finalmente se traduce en sobrecostos para el proyecto.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

- Dadas las características demográficas de Colombia y la alta demanda de vivienda por personas de bajos recursos, la construcción en el sistema Steel Deck puede convertirse en una opción de inversión para vivienda de interés social, dado su costo inferior de construcción frente al método tradicional en concreto.
- Los dos materiales, el hormigón armado (o estructural) y el acero estructural, poseen buenas características individuales y en conjunto, proporcionando reales ventajas de tipo constructivo, funcional, estético, financiero y de seguridad.
- La creación del formato de calidad para ejecución y recibo de obra respecto al proceso constructivo de losa de entrepiso en sistema Steel Deck, así como la determinación de las especificaciones a tener en cuenta en el análisis de los principales materiales involucrados en este proceso, permite ahora realizar la construcción de este elemento estructural, de una manera realmente apropiada y ajustada a los estándares de calidad vigentes en el tema.  
Además, es de resaltar que la dinámica con la que fue concebido el formato de calidad, permite su actualización en el tiempo, de acuerdo a la evolución propia del sistema constructivo como tal.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE, NSR - 98. Título C. Concreto estructural. 1998. Bogotá D.C., Colombia.
2. AISC. Specification for the design, fabrication and erection of structural steel for building.
3. AISI. North American specification for the design of cold formed steel structural members. 2001 Edition. Supplement 2004 to the North American specification. 2001 Edition.
4. AMERICAN IRON AND STEEL INSTITUTE. Cold formed steel design manual. 2002.
5. ASCE. American Society of Civil Engineers, Steel Deck with Concrete Standard Committee. Standard for the structural design of composite slabs.
6. AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION. Manual of steel construction. 1982.
7. ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC ISO 9001, Versión 2000. Bogotá D.C., Colombia.
8. ACESCO, Acerías de Colombia. Manual técnico metaldeck grado 40. 2007. Barranquilla, Colombia.
9. ACESCO, Acerías de Colombia. Manual de diseño de perfiles estructurales en acero de lámina delgada grado 50. Barranquilla, Colombia.
10. IRON WORKERS INTERNATIONAL ASSOCIATION, AFC-CIO.
11. ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC - 2289, Barras corrugadas y lisas de acero de baja aleación, para refuerzo de concreto. 2007. Bogotá D.C., Colombia.
12. NILSON, A.H., WINTER, G. Diseño de estructuras de concreto. 1993. Bogotá D.C., Colombia.
13. PORTER, M.L., EKBERG C.E. Design recommendations for steel deck floor slabs, Journal of the structural division. Vol. 102, No. ST11. 1976.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

14. ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC - 396, Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto. 1992. Bogotá D.C., Colombia.
15. ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC - 454, Concretos. Concreto fresco. Toma de muestras. 1998. Bogotá D.C., Colombia.
16. SDI. The Steel Deck Institute. Design manual for composite decks, form decks and roof decks. Publication No 30, 2000.
17. SDI. The Steel Deck Institute. Diaphragm design manual. 3rd Edition.
18. SDI. The Steel Deck Institute. LRFD Design manual for composite beams and girder with steel deck. 1989.
19. SDI. The Steel Deck Institute. Manual of construction with steel deck. 1991.
20. SDI. The Steel Deck Institute. Standard practice details for composite floor deck, non composite form deck, steel roof deck. 1992.
21. URBANAS S.A., Urbanizadora David Puyana S.A. Manual de construcciones. 2008. Bucaramanga, Colombia.
22. URBANAS S.A., Urbanizadora David Puyana S.A. Manual de calidad. 2008. Bucaramanga, Colombia.
23. URBANAS S.A., Urbanizadora David Puyana S.A. Plan de calidad de la obra Sotomayor Conjunto Residencial. 2008. Bucaramanga, Colombia.
24. UNDERWRITERS LABORATORIES. Fire resistance directory. 1981. Northbrook, Illinois.
25. ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC - 550, Concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra. 2000. Bogotá D.C., Colombia.
26. ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC 673 - Concretos. Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros normales de concreto. 2000. Bogotá D.C., Colombia.
27. [www.icontec.org.co](http://www.icontec.org.co)
28. <http://www.urbanasconstructora.com>
29. <http://www.urbanas.com/site/>

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

30. <http://www.acesco.com>
31. <http://www.sidenal.com>
32. <http://earth.google.com>
33. <http://www.sdi.org>
34. <http://www.acero-deck.com>
35. <http://www.ostrilion.com>
36. <http://www.directindustry.es>
37. <http://www.registrocdt.cl>
38. <http://www.arval-construction.es>
39. <http://www.metalia.es>
40. <http://www.sol desp.cl>
41. <http://www.indama.cl>
42. <http://www.construccionenacero.com>
43. <http://www.revistaingenieria.unal.edu.co>
44. <http://www.monografias.com>
45. <http://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=5AKRUzvdwxsC&oi=fnd&pg=PA1&dq=manual+de+instalacion+de+perfiles+de+acero&ots=032uMtosb0&sig=PuD5BsgOdWSePV72cGYCwHPAY2Q#PPP1,M1>
46. <http://66.102.1.104/scholar?hl=es&lr=&q=cache:dlbGNSsw-GgJ:www.construccionenacero.com/Articulos%2520y%2520Publicaciones/Libros/Steel%2520Framing%2520Arquitectura.pdf+manual+de+montaje+de+perfiles+de+acero>
47. [http://158.170.154.211/arquitectura/biblioteca/2008/Instapanel\\_-\\_Catalogo\\_instadeck.pdf](http://158.170.154.211/arquitectura/biblioteca/2008/Instapanel_-_Catalogo_instadeck.pdf)

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

## 8. ANEXOS

### ❖ **ANEXO # 1: Guía “Organización de Archivos en Obras” de URBANAS S.A.**

#### **PLAN DE CALIDAD**

##### ➤ **PRIMERA DIVISIÓN: GENERALIDADES DEL PROYECTO**

1. Formato Plan de Calidad.
2. Anexo de actividades de construcción.
3. Anexo control de calidad de obra.
4. Especificaciones generales del proyecto.
5. Memorando de autorización de acta de inicio de obra por la Subgerencia.
6. Control de planos en obra.
7. Acta de entrega final de obra.
8. Programa de ejecución de obra (copia actualizada), se debe guardar las versiones desactualizadas.

##### ➤ **SEGUNDA DIVISIÓN: REGISTROS DE CALIBRACIÓN**

1. Listado de verificación de flexómetros.
2. Control aparatos de topografía y mira.
3. Registro de calibración de densimetría.
4. Registros de calibración de manómetros, tanto internos de urbanas, como externos.

##### ➤ **TERCERA DIVISIÓN: DOCUMENTOS LEGALES**

1. Licencia de construcción.
2. Resolución de CDMB del documento de seguimiento y control ambiental.
3. Registros de disponibilidad de servicios públicos.

##### ➤ **CUARTA DIVISIÓN: Anexo plan de manejo ambiental.**

##### ➤ **QUINTA DIVISIÓN: Estudio geotécnico.**

##### ➤ **SEXTA DIVISIÓN: Memorias de cálculo diseño del sistema de acueducto.**

##### ➤ **SÉPTIMA DIVISIÓN: Memorias de cálculo diseño de alcantarillado.**

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

- **OCTAVA DIVISIÓN:** Memorias de cálculo diseño estructural.
- **NOVENA DIVISIÓN:** Memorias de cálculo diseño eléctrico.
- **DÉCIMA DIVISIÓN:** Memorias de cálculo diseño de gas.
- **DÉCIMA PRIMERA DIVISIÓN:** Presupuesto.
- **DÉCIMA SEGUNDA DIVISIÓN:** Informe de análisis unitarios.
- **DÉCIMA TERCERA DIVISIÓN:** Explosión de materiales.

Fuente: Organización de Archivos en Obras de Urbanas S.A.

## ❖ **ANEXO # 2: Plan de Actualizaciones**

Tabla 22. Fragmento del Plan de Actualizaciones del la Obra.

<b>Fecha</b>	<b>Versión</b>	<b>Modificaciones</b>
07 Julio de 2008	5	YONIER CELY SEPÚLVEDA ingresa a la organización administrativa de la obra Sotomayor en el cargo de Auxiliar de Calidad en Obra (AUXO).

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **ANEXO # 3: Anexo de Actividades de Construcción**

Tabla 23. Fragmento del Anexo 1 del Plan de Calidad de la Obra.

No.	Proceso/ Actividad	Especific.	Control de Calidad	Documentos Referenciado	Registro	Observ.
<b>ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN</b>						
1,6	<b>Muros de Contención</b>	Diseño estructural.  Diseño arquitect_ tónico.	Verificar dimensiones del muro (espesor y alturas), armado de la formaleta, especificaciones de concreto y recubrimiento mínimo. Revisión del armado de refuerzo y verificación de ejes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toma de muestras de concreto NTC- 454</li> <li>• Ensayo de asentamiento NTC-396</li> <li>• Código sismo resistente NRS-98</li> <li>• Ensayo a tracción acero NTC-02</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo concreto (CTR-FO- 15)</li> <li>• Certificado de calidad hierro.</li> <li>• Control de ejecución y recibo de obra (CTR- FO-69)</li> </ul>	Se tomarán muestras de concreto mínimo cada 40 m <sup>3</sup> o por jornada de fundida. Se realiza de acuerdo con programación de la obra.
<b>ACTIVIDADES DE URBANISMO</b>						
2,8	<b>Impermea_ bilización Muros de Contención</b>	Especifi_ caciones técnicas.	Verificar aplicación del producto antes del relleno. Verificar que la aplicación del producto sea la adecuada no debe quedar poros sin aplicar. Frecuencia: Al inicio y en el proceso de la actividad.	Fichas técnicas de los productos.	Control de ejecución y recibo de obra (CTR- FO-69)	Realizar inspección visual.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **ANEXO # 4: Anexo Control de Calidad en Obra**

Tabla 24. Fragmento del Anexo 2 del Plan de Calidad de la Obra.

No	Actividad	Controles de Calidad	Frecuencia	Ubicación	Laboratorio	Total de pruebas o controles programados
2	Excavaciones	Visita para dar visto bueno del Ingeniero de suelos.	Cada vez que lo requiera el proceso de excavación.	Sótanos	NA	3 visitas mínimo según desarrollo del proyecto
3	Cimentación	Resistencia a la compresión del concreto.	Cada 40 m <sup>3</sup> o por jornada de fundida. Se toman 4 parejas de cilindros.	Sótanos	Concre_servicios	26 muestras
		Hierro: Verificar registro de pruebas del proveedor, exigidas por la NSR-98. Resistencia a la tracción del hierro.	El registro de pruebas por lote de producción. Una muestra de cada diámetro de refuerzo principal cada 100 Toneladas = 100.000 kilos.	Sótanos	Concre_servicios	1 muestra para todo el proyecto.
12	Calibración de Patrones (Interno)	Teodolito y Nivel: Verificar el estado de ajuste.	Semestral	N.A.	MAURICIO NOVA	1 calibración
13	Calibración de Equipos en Obra (Externo)	Topografía: Verificar el estado de ajuste del teodolito, mira y nivel.	Al inicio de la obra y cada 30 días de ahí en adelante para el teodolito y el nivel; y bimensualmente para la mira.	N.A.	N.A.	Teodolito-Nivel: 6 chequeos Mira: 3 chequeos
		Flexómetros: Verificación del estado de flexómetros.	Cada 2 meses	N.A.	N.A.	11 muestras

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **ANEXO # 5: Especificaciones del Proyecto Sotomayor Conjunto Residencial**

Sotomayor Conjunto Residencial es un proyecto de carácter particular, en cuanto a diseño y construcción, gracias a las especificaciones bajo las cuales fué definido; especificaciones propias que se enuncian a continuación:

- **Enchapes:** La fachada general del edificio irá en una combinación según diseño arquitectónico en estuco color blanco (pintura acrílica para exteriores) y ladrillo y/o enchape San José o similar, y piedra Cid o similar.  
En cuanto a los apartamentos, los enchapes en muros de baño se harán en cerámica Spai y pintura texturizada más dilatación.
- **Cimientos:** Los cimientos bajo las columnas son zapatas aisladas con vigas de amarre diseñadas y construidas en concreto reforzado según normas del Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes NSR-98 y siguiendo las recomendaciones del Estudio de Suelos elaborado por la firma Geotecnología.
- **Estructura:** El sistema estructural será tradicional, conformado por pórticos en concreto reforzado, con columnas, pantallas y placas de entrepiso, siguiendo las normas del Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes NSR-98 y el Diseño Estructural de la sociedad Melo & Álvarez. También se incluyen muros de contención y/o pantallas de los sótanos.
- **Mampostería:** Los muros divisorios serán en ladrillo de arcilla H-10 y H-15 confinados con columnetas en concreto reforzado en las fachadas, siguiendo las recomendaciones de la NSR-98.
- **Cubierta - Cielo Raso:** El cielo raso de los apartamentos será en Dry - Wall con Vinilo Tipo 1. La cubierta del último piso será en placa de concreto reforzado aligerada, con mortero afinado impermeabilizado sobre el cual se colocará un manto impermeabilizante. Para los apartamentos del último piso, entre el Dry - Wall y la placa de concreto reforzado de la cubierta se instalará un aislante térmico tipo Frescasa o similar.
- **Pisos:** Sobre la placa de entrepiso se coloca mortero afinado, que es impermeabilizado en la zona de ropas, cocina, baños, y terraza.  
Para los pisos de los apartamentos, se utilizará cerámica spai y prisma blanco en los baños y porcelanato Milán BR 50x50 cm o similar, en sus zonas sociales.
- **Instalaciones Hidrosanitarias:** Las redes hidráulicas y sanitarias internas de los apartamentos se diseñan y construyen siguiendo la norma Icontec 1500 o el Código Colombiano de Fontanería y RAS 2000.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Las instalaciones de agua potable, sanitarias, reventilaciones y de aguas lluvias se construyen en tubería PVC.

- **Instalaciones Eléctricas:** Las instalaciones eléctricas de los apartamentos se diseñan y construyen siguiendo las normas de la Electrificadota de Santander y del RETIE.
- **Equipos Especiales:** El proyecto cuenta con planta eléctrica de emergencia carga total y con un sistema central de calentamiento de agua para el edificio, con base en batería de calentadores de paso directo de gas. Cada torre tiene dos ascensores con capacidad para 8 personas cada uno.
- **Redes de Acueducto:** La red de acueducto consiste en un sistema de tanque bajo de almacenamiento con sistema hidroneumático de presión constante de bombeo que distribuye el agua potable a cada apartamento y a las zonas sociales y de servicios. Las redes y equipos de bombeo se diseñan y construyen de acuerdo al Código Colombiano de Fontanería y RAS 2000.
- **Redes de Alcantarillado:** El sistema de alcantarillado comunal se construye siguiendo las normas de la EMPAS y el RAS, hasta su conexión a las redes de alcantarillado existentes de la EMPAS.
- **Redes Eléctricas:** Se construye la acometida eléctrica en Media Tensión desde las redes de la Electrificadora de Santander hasta la subestación eléctrica. Desde esa subestación se hace la acometida en Baja Tensión hasta los tableros de medidores ubicados en los sótanos.
- **Urbanismo Interno:** El edificio cuenta con hidropiscina con planta de tratamiento, piscina de niños, baños turcos para hombres y mujeres con salones de descanso, salón social, salón de juegos infantiles, oficina de administración, gimnasio dotado, teatro en casa, salón de estudio, salón de ejecutivos VIP, lobby y recepción.
- **Urbanismo Externo:** Comprende básicamente, las redes externas de acometidas de servicios públicos, como alcantarillados, acueducto, energía y teléfonos, las cuales se llevan por las zonas de antejardín. Esto de acuerdo con los diferentes diseños de servicios públicos aprobados.

Fuente: Plan de Calidad de la Obra Sotomayor Conjunto Residencial

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **ANEXO # 6: Listado Maestro de Planos**

Figura 120. Listado Maestro de Planos del proyecto Sotomayor Conjunto Residencial. 16/12/2008.

Listado Maestro de Planos					CÓDIGO:	DIS-FO-33			
					VERSIÓN:	6			
Resultados: Páginas: 1					Registros: 212	Buscar			
INFORMACIÓN DEL PLANO					CONTROL DE COPIAS				
CENTRO DE COSTOS- NOMBRE PROYECTO ▾	CÓDIGO ▾	CONTENIDO		VERSIÓN ▾ (aaaa-mm-dd)	CTR	VEN	JUR	INT	OTR
049 SOTOMAYOR ▾	-- ▾				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1 049   SOTOMAYOR	ARQ 01	apartamentos planta piso tipo		F   2008-11-14	4	0	0	0	0
2 049   SOTOMAYOR	ARQ 02	apartamentos planta segundo piso		F   2008-11-14	4	0	0	0	0
3 049   SOTOMAYOR	ARQ 03	detalle de cocina tipo 1 y 3		A   2008-08-28	1	0	0	0	0
4 049   SOTOMAYOR	ARQ 04	detalle de cocina tipo 2		A   2008-08-28	1	0	0	0	0
5 049   SOTOMAYOR	ARQ 05	detalle de cocina tipo 4		A   2008-08-28	1	0	0	0	0
6 049   SOTOMAYOR	ARQ 06	detalle de baños principal y auxiliar		B   2008-10-31	4	0	0	0	0
7 049   SOTOMAYOR	ARQ 07	detalle de baños principal y auxiliar apto tipo 2		A   2008-08-28	1	0	0	0	0

Fuente: <http://www.urbanas.com/site/>

❖ **ANEXO # 7: Control de entrega de planos al personal de obra**

Tabla 25. Fragmento de formato Control de Entrega de Planos en Obra.

LOGO EMPRESA	CONTROL DE ENTREGA DE PLANOS EN OBRA	CÓDIGO	
		VERSIÓN	1
		HOJA	156 de 1

OBRA: SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL			HOJA No: 1 de 1			
Identificación del Plano	Fecha última modificación	CONTENIDO DEL PLANO	ENTREGADO A			
			FECHA	NOMBRE	FIRMA	Observ.
EST - 07	Versión B 2008-09-29	PLANTA SÓTANO 2	2008-10-02	Director Obra		1 copia
COM - 03	Versión A 2008-09-26	PISO TIPO TORRE B	2008-10-02	Director Obra		1 copia
ELE - 08	Versión A 2008-09-26	PISO TIPO TORRE B ILUMINACIÓN	2008-10-02	Director Obra		1 copia
GAS - 01	Versión A 2008-09-23	PLANTA SÓTANO 1	2008-10-02	Director Obra		1 copia
HID - 10	Versión A 2008-09-23	PLANTA CUBIERTA	2008-10-02	Director Obra		1 copia

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **ANEXO # 8: Listado de Verificación de Flexómetros**

Tabla 26. Fragmento de formato Listado de Verificación de Flexómetros.

<b>LOGO EMPRESA</b>	<b>LISTADO DE VERIFICACIÓN DE FLEXOMETROS</b>	<b>CÓDIGO</b>	
		<b>VERSIÓN</b>	2
		<b>HOJA</b>	157 de 3

Proyecto: OBRA SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL

Hoja: 1/3

No	FECHA	RESPONSABLE	CARGO	MARCA	OBSERVACIONES
1	05 NOV 08	DIRECTOR DE OBRA	DIRO	Herrago	Cumple con normas
2	05 NOV 08	ALMACENISTA	ALMA	Stanley	Cumple con normas
3	05 NOV 08	RESIDENTE DE OBRA	RESI	Stanley	Cumple con normas
4	05 NOV 08	RESIDENTE AUXILIAR OBRA	REAO	Stanley	Cumple con normas
5	05 NOV 08	AUXILIAR DE CALIDAD EN OBRA	AUXO	Stanley	Cumple con normas
6	05 NOV 08	OFICIAL ESTRUCTURA	Oficial	Lufkin	Retenido por mal estado
7	05 NOV 08	CONTRATISTA ESTRUCTURA	Contratista	Stanley	Cumple con normas
8	05 NOV 08	CONTRAMAESTRO ESTRUCTURA	Contramaestro	Stanley	Cumple con normas
9	05 NOV 08	OBRAERO 1	Oficial	Lufkin	Cumple con normas
10	05 NOV 08	OFICIAL RELLENOS	Oficial	Uniqflex	Cumple con normas
11	05 NOV 08	SOLDADOR	Soldador	JDUN	Cumple con normas
12	05 NOV 08	TOMADOR DE MUESTRAS	TOMU	Stanley	Cumple con normas
13	05 NOV 08	CONTRATISTA TOPOGRAFÍA	Topógrafo	Komelon	Cumple con normas - Cinta métrica topografía
16	05 NOV 08	CONTRAMAESTRO RELLENOS	Contramaestro	Bulldog	Retenido por mal estado

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **ANEXO # 9: Instructivo para Verificación y Ajuste de Instrumentos de Topografía**

**INSTRUCTIVO PARA VERIFICACIÓN Y AJUSTE DE INSTRUMENTOS DE TOPOGRAFÍA**

➤ **INSTRUMENTO O EQUIPO DE MEDICIÓN: TEODOLITO**

**A. Verificación:**

Cuadrícula, Verificación de Cierre Angular y Distancia.

Se arma y se centra el aparato en un punto 1, se coloca una estaca en un punto 2 a una distancia de 10 metros. Se traslada el equipo al punto 2, se centra y se nivela, se mira hacia el punto 1 con el nonio en 00 00'00" y se mira hacia un punto 3 con un ángulo de 90 0'00" colocando una estaca a una distancia de 10 metros, igualmente se traslada el equipo hacia el punto 3, se centra y nivela, se mira hacia el punto 2 con el nonio en 00 00'00" y se gira hacia un punto 4 con un ángulo de 90 00'00" colocando una estaca a una distancia de 10 metros, se traslada el equipo hacia el punto 4 se centra y se nivela, se mira hacia el punto 3 con el nonio en 00 00'00" y se gira hacia el punto 1 donde se puede verificar el cierre angular del equipo; la diferencia entre la lectura del nonio y 90 grados es el error angular, y la diferencia entre la distancia medida entre 4 y 1 con 10 metros es el error en distancia. Aplica en Planimetría.

El error angular permitido se calcula como:  $a * (n^{1/2})$ , donde a = aproximación del equipo (depende de las especificaciones del equipo) y n = número de lados.

El error en distancia permitido es de 1 cm, por cada 10 metros.

**B. Ajuste:**

Para iniciar un trabajo con el equipo se tiene como punto base el armado del aparato, teniendo un punto materializado de armado se procede de la siguiente manera:

Centrar el equipo con el trípode de bastón o plomada en el punto de armado, centrar el aparato con el mecanismo de nivel de burbuja y/o ojo de pollo.

Para la nivelación del mismo se utilizan los 3 tornillos de nivelación disponibles en el cabezote del aparato así: enfrentando el nivel con dos de los tornillos girando los mismos hasta que está entre en los reparos, se gira el aparato 90 grados y con el tercer tornillo se gira hasta que esta burbuja entre en los reparos, en ese momento el teodolito está disponible para el inicio de labores.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

➤ **INSTRUMENTO O EQUIPO DE MEDICIÓN: NIVEL DE PRECISIÓN**

**A. Verificación:**

Nivelación y Contra Nivelación con mínimo tres puntos.

Se colocan tres estacas en un terreno plano aproximadamente en una distancia de 100 metros, se arma el nivel en cualquier lugar donde exista completa visibilidad, se hace lectura con la mira en cada uno de los puntos en la armada número uno del nivel. Estos datos se anotan en cartera teniendo lecturas en los puntos A, B y C. Se traslada el nivel a un segundo lugar e igualmente se hacen lecturas en los mismos tres puntos(A, B y C). Aplica en Altimetría.

Para el cálculo de error se toma la diferencia de lectura de la primera armada de A, con B y con C; igualmente se calculan la diferencias de la segunda armada.

El primer error es igual  $E = (\text{Diferencia A,B}) - (\text{Diferencia A',B'})$ .

El segundo error es igual:  $E = (\text{Diferencia B,C}) - (\text{Diferencia B',C'})$ .

El aparato se encuentra en estado operable si el error está entre (0.00 - 0.02) m.

**B. Ajuste:**

Instalar el Trípode del nivel y nivelarlo sobre la rótula con el ojo de pollo.

Para el inicio de las lecturas se debe colimar las burbujas que se encuentran en la parte izquierda del lente.

➤ **INSTRUMENTO O EQUIPO DE MEDICIÓN: MIRA**

**A. Verificación:**

La verificación de este equipo se realiza de manera visual.

Se debe verificar la existencia de la secuencia numérica y estabilidad de los cuerpos al momento de su extensión. También se debe realizar la verificación de la medida utilizado el metro patrón. Aplica en Altimetría.

**B. Ajuste:**

Verticalidad de la mira al momento de hacer la lectura.

Fuente: <http://www.urbanas.com/site/>

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

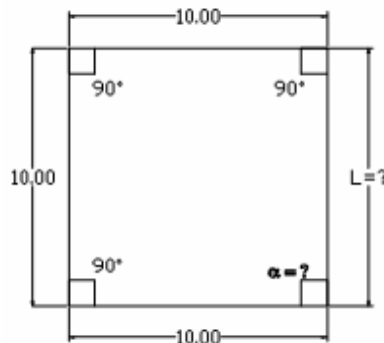
❖ **ANEXO # 10: Verificación y Ajuste de Instrumentos de Topografía****VERIFICACIÓN Y AJUSTE DE INSTRUMENTOS DE TOPOGRAFÍA**

FECHA: OCTUBRE DE 2008

**I. Instrumento o equipo de medición: Teodolito****A. Verificación**

Los resultados obtenidos en el cierre de poligonal fueron:

- $S = 10.0 \text{ m}$  → Longitud del lado medido predeterminado
- $\beta = 90^\circ 0' 0''$  → Ángulo medido predeterminado
- $L = 10.0 \text{ m}$  → Longitud del lado a calcular por cierre
- $\alpha = 90^\circ 0' 01''$  → Ángulo a calcular por cierre

➤ **Máximos Errores Admisibles**

- Error en distancia: 1.0 cm por cada 10.0 m.
- Error en ángulo:  $\pm a\sqrt{n} = \pm 0^\circ 0' 5'' * \sqrt{4} = \pm 0^\circ 0' 10''$   
Donde: a = Aproximación del Teodolito. De acuerdo con el teodolito utilizado, este parámetro es igual a  $0^\circ 0' 5''$   
n = Número de lados, es decir, 4

➤ **Análisis de Resultados**

- Error Angular =  $\alpha - \beta = 90^\circ 0' 01'' - 90^\circ 0' 0'' = 0^\circ 0' 01'' < +/- 0^\circ 0' 10''$  → Cumple
- Error en Distancia =  $S - L = 10.0 \text{ m} - 10.0 \text{ m} = 0.0 \text{ m} < 0.10 \text{ m}$  → Cumple

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Figura 121. Verificación Teodolito:  
Cierre de poligonal.



Figura 122. Verificación Teodolito:  
Cierre de poligonal.



Figura 123. Verificación Teodolito: Cierre de poligonal.



## B. Ajuste

Para iniciar el trabajo con el equipo se tomó como base el punto de armado del aparato, y con un punto materializado de armado, se procedió así:  
Centrar el equipo con la plomada óptica en el punto de armado, y luego con el mecanismo de nivel de burbuja y/o ojo de pollo.

Figura 124. Ajuste del Teodolito: Centralización del Equipo.



\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Nivelar usando los 3 tornillos de nivelación disponibles.

Figura 125. Ajuste del Teodolito: Nivelación del Equipo.



Centrar el teodolito nuevamente con el nivel de burbuja y ojo de pollo.

Figura 126. Ajuste del Teodolito: Centralización Equipo por segunda vez.



Figura 127. Ajuste del Teodolito: Centralización Equipo por segunda vez.



De acuerdo con el anterior análisis de campo, según se constata en las fotografías, el teodolito ya es apto para el inicio de labores topográficas.

## II. Instrumento o Equipo de Medición: Nivel de Precisión

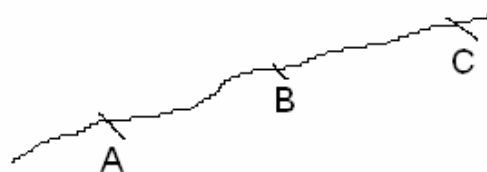
### A. Verificación

\* Armada Número Uno

A = 1.520 m  
B = 1.488 m  
C = 1.762 m

\* Armada Número Dos

A= 1.268 m  
B= 1.238 m  
C= 1.511 m



\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

- Máximo Error Admisible: Para que el aparato se encuentre en estado operable, el error debe estar entre 0.00 m y 0.02m.
- Análisis de Resultados
  - Armada Número Uno
    - Diferencia A,B = 1.520 m - 1.488 m = 0.032 m
    - Diferencia B,C = 1.762 m - 1.488 m = 0.274 m
  - Armada Número Dos
    - Diferencia A',B' = 1.268 m - 1.238 m = 0.030 m
    - Diferencia B',C' = 1.511 m - 1.238 m = 0.273 m
  - Error 1 = Diferencia A,B - Diferencia A',B' = 0.032 m - 0.30 m = 0.002 m  
= 0.002 m < 0.02 m → Cumple con el parámetro
  - Error 2 = Diferencia B,C - Diferencia B',C' = 0.274 m - 0.273 m = 0.001 m  
= 0.001 m < 0.02 m → Cumple con el parámetro

## B. Ajuste

El ajuste del Nivel se realiza instalando primero el trípode del nivel. Luego se procede a instalar el nivel sobre el trípode para finalmente ser nivelado con el ojo de pollo. En este punto se coliman las burbujas que se encuentran en la parte izquierda del lente.

Figura 128. Ajuste del Nivel de Precisión.



\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

### III. Instrumento o Equipo de medición: Mira

#### A. Verificación

Se realizó la verificación de la medida con base en la regla patrón.

Figura 129. Verificación de la Mira: Uso de Regla Patrón.



Figura 130. Verificación de la Mira: Uso de Regla Patrón.



#### B. Ajuste

Se comprobó verticalidad de la mira en el momento de la respectiva lectura.

Figura 131. Ajuste de la Mira: Verticalidad.



En constancia de lo anterior firman, el Contratista de Topografía y el Auxiliar de Calidad en Obra.

Fuente: Plan de Calidad de la Obra Sotomayor Conjunto Residencial

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **ANEXO # 11: Registro de Calibración de Densimetría**

Tabla 27. Fragmento del formato Registro de Calibración de Densimetría.

<b>LOGO EMPRESA</b>	<b>REPORTE DE DENSIDADES DE CAMPO</b>	<b>CODIGO</b>	
		<b>VERSION</b>	5

**OBRA:** \_ SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL      **UBICACIÓN:** ZONA DE GRÚA CLL 42 EJES A (10-14)      **EQUIPO:** DENSIMETRO ELÉCTRICO

**CONTRATISTA:** \_\_\_\_\_      **ALTURA DE RELLENO:** 7.5 m

**RESIDENTE:** \_\_\_\_\_      **ESPESOR DE CAPA:** (20 - 25 - 30) cm      **# DE CAPAS:** 40

					OBTENIDO									
FECHA	LOCALIZACION	CAPA#	COTA	Profund.	Dens. Hum.	Dens. Seca	% Humed.	% Compac.	Mod.Suel.	Dens.Max.	Hum.Opti.	Especif.	Repetición	Fecha Rep
23-09-08	EJES (A-B)24, a 0.0 m del nivel de cimentación. Cra 28	0	997.95	0.00 m	2.251	1.872	20.30	97.5	14	2.050	9.8	≥ 95 %	NO	-
23-09-08	EJES (A-B)24, a 0.3 m del nivel de cimentación. Cra 28	1	998.25	0.30 m	2.305	1.879	22.70	97.8	14	2.050	9.8	≥ 95 %	NO	-
29-09-08	EJES (C-D)24, a 0.0 m del nivel de cimentación. Cra 28	0	997.95	0.00 m	2.143	1.940	10.50	93.7	14	2.050	9.8	≥ 95 %	NO	-
29-09-08	EJES (C-D)24, a 0.25 m del nivel de cimentación. Cra 28	1	998.20	0.25 m	2.143	1.940	10.50	93.7	14	2.050	9.8	≥ 95 %	NO	-
28-11-08	Zona Grúa Torre B, a 1.2 m altura de placa del sótano -2	5	999.65	0.20 m	2.100	1.936	8.50	95.4	14	2.050	9.8	≥ 95 %	NO	-
28-11-08	Zona Grúa Torre A, a 2.65 m del nivel de cimentación	2	998.20	0.20 m	2.198	2.053	7.00	100.2	14	2.050	9.8	≥ 95 %	NO	-
01-12-08	Zona Grúa Torre A, a 1.15 m altura de placa del sótano -2	5	1002.00	0.30 m	1.782	1.635	9.00	90.8	14	2.050	9.8	≥ 95 %	SI	03-12-08
01-12-08	Zona Grúa Torre B, a 0.92 m altura de placa del sótano -2	3	1001.77	0.30 m	1.792	1.824	10.30	90.2	14	2.050	9.8	≥ 95 %	SI	03-12-08
01-12-08	Zona Grúa Torre A, a 2.65 m del nivel de cimentación	9	1000.60	0.30 m	1.777	1.840	8.30	91.1	14	2.050	9.8	≥ 95 %	SI	03-12-08
03-12-08	Zona Grúa Torre A, a 1.95 m altura de placa del sótano -2	10	1002.80	0.20 m	2.099	1.941	8.10	95.6	14	2.050	9.8	≥ 95 %	NO	-
03-12-08	Zona Grúa Torre B, a 2.10 m altura de placa del sótano -2	11	1002.95	0.20 m	2.097	1.938	8.20	95.5	14	2.050	9.8	≥ 95 %	NO	-
03-12-08	EJES A-6 Torre A, a 0.52 m altura de placa del sótano -2	3	1001.37	0.20 m	2.086	1.939	7.80	95.3	14	2.050	9.8	≥ 95 %	NO	-

RESI

LABO

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **ANEXO # 12: Envío Muestras de Suelo a Ensayo**

Tabla 28. Formato Envío Muestras de Suelo a Ensayo.

<b>LOGO EMPRESA</b>	<b>ENVÍO MUESTRAS DE SUELO A ENSAYO</b>	<b>CÓDIGO</b>	
		<b>VERSIÓN</b>	1
		<b>HOJA</b>	166 de 1

OBRA:	SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL
ENVIADO A:	LABORATORIO URBANAS S.A.
ASUNTO:	ENSAYO DE SUELO
FECHA:	01 DICIEMBRE 2008

<b>Muestra</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>No TOMAS</b>
STM - S - 001	SUELO RELLENO ZONA GRÚA ( ½ BULTO )	EJES A ( 9' – 11' )	1
STM - S - 002	SUELO RELLENO ZONA GRÚA ( ½ BULTO )	EJES A ( 11' – 14 )	1

Enviado por:	Auxiliar de Calidad en Obra	Recibido por:	
Fecha:	01 DICIEMBRE 2008	Fecha:	

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **ANEXO # 13: Ensayo de Compactación**

Tabla 29. Resultado de Laboratorio. Ensayo de Compactación.

<b>LOGO EMPRESA</b>	<b>ENSAYO DE COMPACTACION</b>	<b>CODIGO</b>	
		<b>VERSION</b>	2

**OBRA:** SOTOMAYOR C. R.

**SITIO:** ZONA GRUA EJES A (10-14) - CALLE 42      **PROCTOR:** 1

**DESCRIPCION MATERIAL:** Arena arcillosa - amarillo rojizo

**TIPO:** Proctor Standar Molde 4"      **FECHA:** 02/Dic/2008  
Martillo 5,5 Lbrs. 12" caída

**PESO ESPECIFICO SECO**

N°	1	2	3	4
Peso del molde + suelo húmedo (g)	5870	5963	5935	
Peso del molde (g)	4017	4017	4017	
Peso del suelo húmedo (g)	1853	1946	1918	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	940	940	940	
Peso específico húmedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.971	2.070	2.040	
Peso específico seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.770	1.816	1.737	

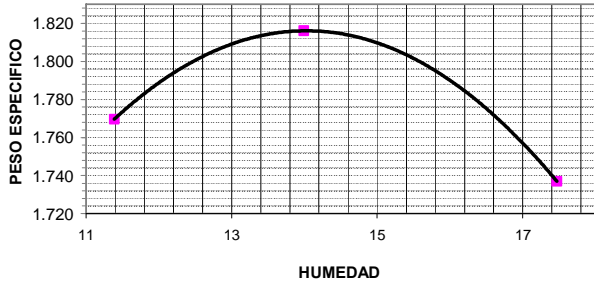
  

**HUMEDAD**

P1 (g)	82.15	93.00	76.00	
P2 (g)	76.00	84.31	67.97	
P3 (g)	22.00	22.20	22.00	
Humedad (%)	11.4	14.0	17.5	

**ENSAYO DE COMPACTACION**



**PESO ESPECIFICO MAXIMO :** 1,816g/cm<sup>3</sup>

**HUMEDAD OPTIMA:** 14,0 %

Observaciones :

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Laboratorista Urbanas. DIRO/RESI

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **ANEXO # 14: Instructivo Control de Concretos**

**INSTRUCTIVO CONTROL DE CONCRETOS**

- **OBJETIVO:** Definir los lineamientos para evaluar la resistencia de los concretos a cada una de las edades correspondientes según cada tipo de muestra y el procedimiento a seguir según los resultados obtenidos.
- **ALCANCE:** Todos los concretos utilizados en obra cuya resistencia sea igual o superior a 3000 psi y cualquier otro definido por el Director de Construcciones.
- **DEFINICIONES:**
  - **RESISTENCIA ESPECIFICADA:** Es el valor de resistencia final indicada por el diseñador para un determinado elemento, la cual se solicita en los pedidos al proveedor de concretos.
- **RESPONSABLES:** Auxiliar de calidad, residente de obra, director de obra, residente de interventoría, diseñador estructural, director de obras URBANAS.
- **GUÍAS GENERALES:**

Al inicio de la obra y antes de iniciar las fundidas se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. Reunión con el proveedor de concretos donde se definen los asentamientos de cada tipo de mezcla para poder recibir el concreto en obra lo cual se registrará en acta de reunión o en la bitácora de la obra.
2. Se le informará al proveedor las resistencias esperadas a 3, 7 y 14 días según corresponda a cada tipo de concreto.

➤ **DESARROLLO:**

Durante la ejecución de la obra se tomarán muestras de los concretos que se ensayarán a compresión y para los resultados obtenidos se evaluarán de acuerdo a los siguientes aspectos:

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

1. Cuando las resistencias a 3, 7 o 14 días estén por debajo de los valores esperados según el numeral A.2., se deberá notificar por escrito al proveedor y al Director de Construcciones. El proveedor deberá revisar sus materiales y diseño de mezcla para definir en planta los ajustes requeridos en los despachos futuros. Los profesionales de la obra conjuntamente con Director de Construcciones y el Diseñador (si fuera necesario) definirán si se demuele el elemento o intensifican las tareas de curado como acción preventiva o se espera los resultados de edades mayores de cilindros para tomar alguna otra determinación.
2. Para los resultados con una desviación hasta de un 5% menor a la resistencia especificada se dará como aceptable el concreto y se registrará como PC en el formato de ensayos de concreto; sin embargo los profesionales de la obra deberán informar al proveedor y al Director de Construcciones en caso de no cumplir del 100%.
3. Para los resultados con una desviación, mayor al 5% y menor al 10% de la resistencia especificada, se deberá esperar la resistencia obtenida para los testigos a 56 días para definir las acciones a seguir y los profesionales de la obra deberán informar al proveedor y al Director de Construcciones el no cumplimiento del 100%.
4. Para los resultados con una desviación superior al 10% los profesionales de la obra deberán informar al Director de Construcciones, al proveedor y proceder así:
  - Según el diseño estructural se verificará por parte del diseñador si los valores se pueden aceptar o se esperará al resultado de la prueba a 56 días para tomar las acciones necesarias.
  - Si se debe proceder a tomar núcleos o algún otro método para comprobar la resistencia del concreto en el elemento.
  - Demoler como acción correctiva y levantar un PNC.
  - Reforzar o realizar modificaciones a la estructura como acción correctiva y levantar un PNC.

#### ➤ **CRITERIOS URBANAS PARA 56 DÍAS**

1. Para los resultados con una desviación hasta de un 5% menor a la resistencia especificada se dará como aceptable el concreto y se registrará como PC en el formato de ensayos de concreto; sin embargo los profesionales de la obra deberán informar al proveedor y al Director de Construcciones en caso de no cumplir del 100%.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

2. Para los concretos cuya resistencia a los 56 días no sea igual o mayor al 95% de la resistencia especificada se procederá así:
  - a) Si la resistencia final se encuentra entre el 90% y el 95% de la resistencia especificada, se tomarán pruebas de esclerometría, ultrasonido u otra prueba no destructiva; en caso de no cumplir el 95% tras este ensayo se notificará al proveedor, al Director de Construcciones y al diseñador, éste último determinará:
    - Revisión para la aprobación o no de la resistencia obtenida.
    - Tomar núcleos y acción a seguir tras los resultados obtenidos que garantice la estabilidad de la estructura.
  - b) Si la resistencia final se encuentra por debajo del 90% se notificará al proveedor, al Director de Construcciones y al diseñador estructural para:
    - Revisión para la aprobación o no de la resistencia obtenida.
    - Tomar núcleos y acción a seguir tras los resultados obtenidos que garantice la estabilidad de la estructura.

**NOTA:**

- Toda muestra de concreto que requiera la intervención al elemento estructural relacionado con ella requiere el levantamiento de un PNC y su solución será la indicada por el diseñador estructural.
- Las muestras de concreto que logren el 100% de su resistencia especificada a edades menores a 28 días, no requerirán el fallo de los cilindros a 28 días, siempre que se verifique que la muestra fallada en los laboratorios corresponde a la muestra indicada en la edad correcta.

➤ **ACLARACIONES Y ANOTACIONES**

1. Todo ensayo cuya resistencia sea menor a la obtenida en el promedio de la edad inmediatamente anterior obtenida, se registrara pero no será tenida en cuenta para el análisis del concreto.
2. El manejo comercial no esta sujeto a la reglamentación acá establecida para registrar un concreto como aceptable.

Fuente: <http://www.urbanas.com/site/>

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **ANEXO # 15: Instructivo para Elaboración y Curado de Cilindros de Concreto**

**INSTRUCTIVO PARA ELABORACIÓN Y CURADO DE CILINDROS DE CONCRETO**

- **OBJETIVO:** Definir las actividades necesarias para asegurar la adecuada manipulación, el almacenamiento y la conservación de los cilindros, con el fin de que no se afecte la calidad de estos productos.
  
- **ALCANCE:** Se aplica desde que se toma la muestra hasta que se entrega en el laboratorio para la toma de la resistencia.
  
- **DEFINICIONES:**
  - **ESPECIMENES:** Son cilindros con un diámetro interior de 15  $\pm$ 0.2 cm. y con una altura de 30  $\pm$ 0.5 cm.
  
  - **VARILLA COMPACTADORA:** Es una varilla de acero lisa (En ningún caso se debe usar acero corrugado) de 1.6 cm. (5/8") de diámetro y de 60 cm. de largo, el extremo compactador debe tener forma semiesférica.
  
  - **CONO DE ABRAMS:** Es un molde fabricado en material metálico inatacable por el concreto, no debe presentar protuberancias o remaches en el interior, su forma interior es un tronco de cono de: 20  $\pm$ 0.2 cm de diámetro interior en la base mayor y 10  $\pm$ 0.2 cm de diámetro interior en la base menor, y 30 $\pm$ 0.2 cm de altura.
  
  - **MIXER:** Equipo de transporte de concreto dentro de la tolva, el cual es cargado en la planta y efectúa un mezclado homogéneo durante su desplazamiento.
  
- **RESPONSABLES:** Residente de obra ó director de obra, ingeniero de calidad y seguridad industrial, y Laboratorista.
  
- **GUÍAS GENERALES**
  1. Los cilindros deben ser de concreto fundidos y fraguados en posición vertical, con una altura igual a dos veces el diámetro.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

2. No se deben emplear cilindros más pequeños de 150 mm de diámetro por 300 mm de altura para los ensayos de aceptación a menos que sea requerido por las especificaciones del proyecto.
3. Para el almacenamiento de los cilindros se debe tener en cuenta que inmediatamente después del acabado se trasladan los cilindros a un sitio de curado inicial para almacenamiento, estos se almacenan sobre una superficie plana, evitando golpes o vibraciones, además se debe evitar la evaporación del agua por la cara superior, protegiéndola con plásticos u otro material no absorbente. Si se trasladan los cilindros de los moldes desechables, se levantan y sostienen con un palustre grande o un dispositivo similar. Si la superficie se estropea durante el traslado del espécimen al sitio de almacenamiento inicial, se hace un re acabado inmediatamente, y finalmente se deben tener almacenados 24 horas.
4. Durante el transporte al laboratorio se deben tener en cuenta las siguientes precauciones:
  - a) Para cilindros movidos al laboratorio de ensayo antes de 48 horas estos deberán enviarse dentro de los moldes en un ambiente húmedo hasta que sean recibidos en el laboratorio, desmoldados y sometidos a curado final.
  - b) Los especímenes se deben proteger con un material amortiguador para evitar daño por golpes, o por pérdida de humedad. La pérdida excesiva de humedad se evita envolviendo los cilindros muy bien en plástico o rodeándolos de arena húmeda o aserrín húmedo.
  - c) Al momento del cargue y descargue se evitaren caídas y/o golpes ya que estos producen microfisuraciones dentro de las probetas.
  - d) El tiempo de transporte no debe ser superior a 4 horas.
5. Las muestras para efectuar los ensayos de cilindros deben ser compuestas, esto quiere decir que se deben tomar varias porciones de diferentes partes del concreto que se va a muestrear, y todas las muestras deben pertenecer a la misma batchada.
6. El equipo necesario para la toma de muestras es:
  - Una carretilla o balde, que no tenga fugas y que no sea absorbente
  - Una pala o palustre
  - Un cucharón con mango
7. El equipo necesario para el ensayo de asentamiento es:
  - Cono de Abrams
  - Varilla compactadora

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

- Cinta métrica o regla
- Un cucharón con mango
- Palustre
- Base metálica nivelada (opcional siempre y cuando la superficie este nivelada)

8. Para el ensayo de cilindros se requiere de los siguientes instrumentos:

- Moldes: deben ser cilíndricos con un diámetro de 15 cm. y una altura de 30 cm.
- Un cucharón con mango.
- Varilla compactadora con punta redondeada.
- Regla metálica y/o palustre para enrasar.
- Llaves para ajustar los moldes.
- Martillo de caucho de peso aproximado 0.57 Kg.  $\pm 0.23$  Kg.

9. Para las pruebas de este tipo de ensayo se toma una muestra la cual se compone de 8 o 10 cilindros, de acuerdo al tipo de estructura o elemento que se va a fundir, el envío de los cilindros a ensayo se hace por parejas, la primera prueba se hace a los 3 días (de acuerdo al tipo de estructura), la segunda prueba se hace a los 7 días, la tercera prueba se hace a los 14 días, la cuarta prueba se hace a los 28 días y los dos últimos cilindros se tomarán como testigos.

El tiempo para la toma de las pruebas varía dependiendo del uso que se le va a dar al concreto, por ejemplo en Estructura Túnel se realiza una muestra (10 cilindros) para enviar las pruebas a los 3, 7, 14, 28 días y a los 56 días quedan los testigos y en la Estructura Tradicional, a columnas se toma una muestra (10 cilindros) para enviar pruebas a los 3, 7, 14, 28 días y los testigos a 56 días, y a placas se toma una muestra (8 cilindros) para enviar pruebas a los 7, 14, 28 y a los 56 días quedan los testigos. Los testigos pueden o no enviarse a ensayo, depende de la evolución del concreto.

## ➤ **DESARROLLO:**

### **1. PROCESO TOMA DE MUESTRAS**

- a) Tomar la muestra del mixer 30 minutos después de llegar a la obra.
- b) Hacer un remezclado por mínimo 5 minutos. Para realizar el ensayo de asentamiento, remezclar por mínimo 10 minutos
- c) Transportar las muestras compuestas individuales al sitio donde se van a realizar la preparación de la muestra o ensayo de asentamiento y una vez allí remezclarlas con una pala hasta que su apariencia sea homogénea.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

## 2. PROCEDIMIENTO ENSAYO DE ASENTAMIENTO

- a) Tomar una muestra representativa para el ensayo.
- b) Iniciar el ensayo antes de pasados 5 minutos de tomada la muestra compuesta.
- c) Humedecer el interior del cono y colocarlo sobre una superficie horizontal, firme y nivelada.
- d) Sujetar el molde firmemente con los pies, el cono se debe llenar en tres capas, cada una un tercio del volumen del molde.
- e) Llenar la primera capa con un tercio del volumen del cono (6,7cm sobre la base).
- f) Chuzar esta capa 25 veces con la varilla siguiendo el trazo de una espiral de la orilla al centro, evitando tocar el fondo del molde con la varilla.
- g) Llenar la segunda capa con un tercio del volumen del cono, alcanza una altura de 15,5 cm sobre la base.
- h) Chuzar esta capa otras 25 veces con la varilla procurando penetrar tan solo ligeramente la capa inmediatamente inferior.
- i) Llenar la tercera capa y rebasar ligeramente el borde superior del cono.
- j) Chuzar esta capa otras 25 veces con la varilla procurando penetrar tan solo ligeramente la capa inmediatamente inferior, si la capa baja de altura se debe agregar un poco de concreto para que siempre haya mezcla en el borde.
- k) Enrasar el molde con la varilla compactadora y retirar los sobrantes de concreto alrededor del cono.
- l) Levantar verticalmente el cono de manera suave (se permite que el concreto se asiente de manera normal), evitar giros o inclinaciones. Para levantar el cono completamente se requiere de un tiempo de 5 a 7 segundos.
- m) Para medir el asentamiento, colocar el cono de cabeza junto al concreto asentado.
- n) Poner la varilla acostada y horizontal sobre el molde del cono y en dirección de la altura promedio del área superior del concreto asentado.
- o) Con la cinta métrica medir la diferencia de alturas entre el cono y la porción central de la superficie del concreto asentado. La medida en pulgadas.
- p) Si al hacer el ensayo parte del concreto cae hacia un lado, no se considera la prueba como buena y se debe efectuar una segunda prueba. Si en las dos pruebas el concreto se desvió o se cayó hacia un lado, quizá carece de plasticidad, y si no cumple con el asentamiento suministrado por la planta con un rango de aceptación de  $\pm 1''$ , en uno de los dos casos se rechaza el concreto.

## 3. PROCEDIMIENTO DE PREPARACIÓN DE LAS MUESTRA

- a) Tomar una muestra representativa para el ensayo.
- b) Iniciar el ensayo antes de pasados veinte minutos de tomada la muestra compuesta.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

- c) Tomar para el ensayo los 8 o 10 moldes, de acuerdo al tipo de estructura o los elementos que se van a fundir.
- d) Revisar que los moldes estén sellados para evitar pérdidas de agua. El sellado se logra aplicando plastilina, grasa, fibra, etc.
- e) Verificar que el lugar donde se van a moldear los cilindros sea cubierto.
- f) Colocar los moldes sobre una superficie horizontal lisa y libre de vibraciones, en un ambiente de temperatura entre 16 y 27 grados centígrados.
- g) Llenar los moldes en tres capas de forma simultánea, es decir colocar en todos los moldes la primera capa y luego compactarla, enseguida la segunda y finalmente la tercera.
- h) Llenar la primera capa a una altura aproximada de 10 cm.
- i) Chuzar esta capa 25 veces con la varilla siguiendo el trazo de una espiral de la orilla al centro, evitando tocar el fondo del molde con la varilla.
- j) Golpear con el martillo de caucho las paredes del molde de 10 a 15 veces hasta que desaparezcan los posibles huecos que haya dejado la varilla.
- k) Llenar la segunda capa a una altura aproximada de 20 cm.
- l) Chuzar esta capa 25 veces con la varilla procurando penetrar tan solo ligeramente la capa inmediatamente inferior.
- m) Golpear con el martillo de caucho las paredes del molde de 10 a 15 veces hasta que desaparezcan los posibles huecos que haya dejado la varilla.
- n) Llenar los moldes y chuzar el concreto otras 25 veces con la varilla.
- o) Verificar que el concreto no presente ninguna disminución en ninguno de los moldes, en caso afirmativo, agregar concreto hasta el borde del molde.
- p) Enrasar los moldes con un palustre o con la regla metálica.
- q) Almacenar los moldes durante 24 o 36 horas (de acuerdo al elemento a fundir) sobre una superficie plana, evitando golpes o vibraciones y evitando la evaporación del agua por la cara superior.
- r) Sacar los especímenes de los moldes. Se realiza el curado inicial: después del moldeo, los especímenes se deben almacenar en una pila de agua de aproximadamente dos metros cúbicos, en los cuales se disuelve 5 Kg. de cal, esto con el fin de que el agua mantenga su equilibrio, a un intervalo de temperatura de 16°C a 27°C y en un ambiente húmedo, es importante controlar la temperatura en los especímenes protegiéndolos de la luz solar directa y de dispositivos de calefacción radiantes.
- s) Los especímenes son identificados por parejas, la primera pareja corresponde a los 3 días (de acuerdo al elemento a fundir), la segunda pareja a los 7 días, la tercera pareja a los 14 días, la cuarta pareja a los 28 días y la última pareja (testigos) corresponde a los 56 días.
- t) Retirar el molde y antes de que transcurran 30 minutos, se deben almacenar los especímenes en un ambiente húmedo, con agua libre sobre la superficie de estos, a una temperatura de 23 °C +/-20°C sobre la superficie del cilindro.
- u) Diligenciar el formato envió de elementos de concreto a ensayo y trasladar los cilindros al laboratorio.

Fuente: <http://www.urbanas.com/site/>

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

### ❖ ANEXO # 16: Recepción y Verificación de Especificaciones Técnicas de Concretos

En este anexo se muestra un recibo de concreto del proveedor Cemex de Colombia diligenciado propiamente por el Auxiliar de Calidad del proyecto Sotomayor Conjunto Residencial.

Junto a él se describen los aspectos más representativos a tener en cuenta en la verificación de los parámetros técnicos exigidos por diseño para el material.

Figura 132. Recibo de Concreto.

CEMEX COLOMBIA		URBANIZADORA DAVID PUYANA S.A.	
Planta Surata		SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL	
C-280-3-R-28-08-1-3-000-SE		CALLE 42 CON CALLE 27 A ESQUINA	
3.5		3.5	
COLUMNAS		RESISTENCIA 280 KG CM2	
TAMAÑO MÁXIMO = 3 4"			
5820		MU OZ ZAPATA BENJAMIN	
14:44		EDAD A 28 DIAS	
3:22 5:00 PM		BOMBEABLE	
SILLO 1187702		SIN VARIANTE CCO	
		POLYHEED 780	

IMPORTANTE: No garantizamos la resistencia de la mezcla a la cual se le agregue agua, mortero de cemento o aditivos químicos. El asentamiento de diseño tiene una tolerancia de una pulgada. La firma de este comprobante por el comprador o su(s) representante(s) indica que han recibido la mezcla a satisfacción por cubicación y diseño.

En la revisión del concreto a recibir se deben encontrar en orden los siguientes espacios:

- **Logo de la empresa proveedora.**
- **Planta de fabricación.**
- **Número de despacho del camión de concreto.** Este número debe ser re escrito sobre el recibo por cuestiones de manejo interno de pagos.
- **Fecha de envío del material.**
- **Código de cliente de obra.**
- **Nombre del cliente obra.**

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

- **Código de mezcla:** Esta codificación simplificada del material fabricado, corresponde a las especificaciones del concreto enviado a obra.  
En general, los siguientes tipos de concreto son los usuales en el proyecto:
- **C-280-3-R-28-06-1-3-000:** Describe un concreto tipo columnas de 280 Kg-f/cm<sup>2</sup> (4000 psi), de tamaño máximo de agregado 3/4" de pulgada, obtenido en Río, con estimación de 28 días para adquirir la resistencia especificada, con asentamiento de 6" pulgadas, y que es bombeable. Los dos últimos códigos obedecen a convenciones internas de la empresa Cemex. Aplica a Columnas.
  - **1-210-3-R-28-04-0-3-000:** Describe un concreto tipo convencional de 210Kg-f/cm<sup>2</sup> (3000 psi), de tamaño máximo de agregado 3/4" de pulgada, obtenido en Río, con estimación de 28 días para adquirir la resistencia especificada, con asentamiento de 4" pulgadas, y que es No bombeable. Los dos últimos códigos obedecen a convenciones internas de la empresa Cemex. Aplica a muros de contención, tanques, placas, escaleras, vigas y cimentación.
  - **1-210-3-R-28-06-1-3-000:** Describe un concreto tipo convencional de 210Kg-f/cm<sup>2</sup> (3000 psi) de tamaño máximo de agregado 3/4" de pulgada, obtenido en Río, con estimación de 28 días para adquirir la resistencia especificada, con asentamiento de 6" pulgadas, y que es bombeable. Los dos últimos códigos obedecen a convenciones internas de la empresa Cemex. Aplica a muros de contención, tanques, placas, escaleras, vigas y cimentación.
  - **1-105-3-R-28-04-0-3-000:** Describe un concreto tipo convencional de 105Kg-f/cm<sup>2</sup> (1500 psi) de tamaño máximo de agregado 3/4" de pulgada, obtenido en Río, con estimación de 28 días para adquirir la resistencia especificada, con asentamiento de 4" pulgada, y que es No bombeable. Los dos últimos códigos obedecen a convenciones internas de la empresa Cemex. Aplica a solados (concreto limpieza).
  - **1-175-3-R-28-04-0-3-000:** Describe un concreto tipo convencional de 175Kg-f/cm<sup>2</sup> (2500 psi) de tamaño máximo de agregado 3/4" de pulgada, obtenido en Río, con estimación de 28 días para adquirir la resistencia especificada, con asentamiento de 4" pulgadas, y que es No bombeable. Los dos últimos códigos obedecen a convenciones internas de la empresa Cemex. Aplica a concreto ciclópeo.
- **Asentamiento:** Es el solicitado al proveedor y se mide en cuartos de pulgada. Para comprobar que el concreto cumple con el asentamiento requerido se realiza en obra la prueba respectiva, cuyo rango de aceptación admite un margen de error de +/- 1 pulgada en el asentamiento solicitado.  
El asentamiento hallado en la prueba es escrito en el mismo recibo.
- **m<sup>3</sup>:** Establece el volumen de concreto en cuartos de m<sup>3</sup> que debe contener la mixer.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

- **Total pedido:** Data el volumen total que se espera en obra con tal pedido. En un día pueden existir varios pedidos, dependiendo de la programación de los procesos constructivos.
- **Descripción del producto:** Se establece si se trata de un concreto tipo Normal (Convencional) ó tipo Columnas, en el caso de la obra en descripción. También se establece aquí en letras la resistencia del concreto en Kg/cm<sup>2</sup> y el Tamaño Máximo del Agregado en unidad de pulgada.
- **HSP:** Hora de Salida de la Planta de concreto. Esta hora es colocada directamente en la planta.
- **HLLD:** Hora de Llegada a Obra. Esta hora es colocada directamente por el Auxiliar de Calidad en Obra.
- **HSD:** Hora de Salida de Obra. Esta hora es colocada directamente por el Auxiliar de Calidad en Obra.
- **HLLP:** Hora de Llegada a la Planta de concreto. Esta hora es colocada directamente en la planta.

El control que se debe mantener entre las cuatro horas descritas establece que entre la hora de salida de planta y la hora de llegada a obra no deben transcurrir mas de 1 hora, y que entre la hora de salida de planta y la hora de salida de obra (descargue total del producto) no deben transcurrir mas de 2 horas; esto con el fin de garantizar constructivamente la calidad del material.

- **Observaciones:** En este espacio se encuentra el número del sello que corresponde al envío. Dicho numero debe concordar con el sello físico impuesto en el camión de concreto y el cual solo puede ser retirado en presencia del Auxiliar de Calidad en Obra.
- **Adicionales:** Aquí se establece la edad a la que el concreto adquiere la resistencia esperada. También se define si el concreto es o no bombeable y si posee o no un aditivo (con su respectiva descripción).
- El recibo también posee la firma del despachador de la planta y un espacio para la firma del recibido en obra, con la cual se acepta el producto por parte del proyecto. Este espacio es firmado por el Auxiliar de Calidad en Obra tras revisar el correcto cumplimiento de la mezcla según solicitud.

En forma adicional se señala el recibo sobre el cual se tomará la muestra de concreto para el ensayo a compresión, con la codificación adoptada por la obra para la demarcación de muestras (STM # # #).

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

### ❖ **ANEXO # 17: Registro Control Diario de Concretos**

Este formato permite registrar para cada concreto recibido en obra, la siguiente información como medida de control y seguimiento técnico y de calidad, a los elementos estructurales construidos con dicho material.

- **Obra:** Nombre del Proyecto
- **Fecha:** Corresponde a la de recepción del material en obra.
- **Especificación:** En este espacio se consigna la Resistencia en unidad de psi, el Tamaño Máximo del Agregado en unidad de pulgada, el Asentamiento de fabricación en cuartos de pulgada; el Sistema de fundición, dependiendo de si el concreto es o no tipo Bombeable y de si se cuenta con equipo propio o externo a la empresa URBANAS S.A. para la fundición, dada la importancia del elemento estructural a construir; también se estima aquí la Clase de Aditivo que posee el concreto (en el caso que lo haya requerido por especificación). De forma adicional, se establece el consecutivo del muestreo tomado para el ensayo a compresión en laboratorio, para la mixer de la que haya correspondido extraer dicha cantidad de concreto.
- **Volumen:** Es el contenido en cada camión de concreto y es medido en cuartos de m<sup>3</sup>.
- **Hora:** Corresponde a la hora de llegada del concreto a obra.
- **Estructura:** Se establecen los elementos estructurales fundidos con cada mixer recibida, referenciados estos a su ubicación geográfica en obra, de acuerdo a una nomenclatura que obedece a los ejes de diseño del proyecto.
- **Recibo #.**
- **Slump:** Es el valor obtenido en la prueba de asentamiento efectuada directamente en obra, y su medida se cuenta en cuartos de pulgada.
- **Visto bueno:** En este espacio firma el responsable en obra que acepta el producto, y da orden de ingreso y utilización del concreto en los diferentes procesos constructivos.

A continuación se muestra un extracto del formato diligenciado para cuatro días de ejecución de diferentes procesos constructivos en el proyecto Sotomayor Conjunto Residencial.

Cabe aclarar que una muestra de concreto es representativa incluso para uno o varios procesos constructivos que se generen en un mismo día, dependiendo de la importancia propia de cada uno de ellos.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Tabla 30. Fragmento del formato Registro Control Diario de Concretos.

LOGO EMPRESA	REGISTRO CONTROL DIARIO DE CONCRETOS			CÓDIGO			
				VERSIÓN	12		
				HOJA	180 de 1		
<b>OBRA: SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL</b>				<b>FECHA:</b>			
Fecha	Especificación	Volumen	Hora	Estructura	Recibo #	Slump (pulg)	V <sup>B</sup> °
06 SEPT 2008	1500 psi – 3 / 4 “ – 4 “ – N	4.5 m <sup>3</sup>	11:20 am	Concreto de Limpieza (Solado) para Zapatas A 20 y B 20	53455373	4	AUXO
06 SEPT 2008	2500 psi – 3 / 4 “ – 4 “ – N	3.0 m <sup>3</sup>	12:40 pm	ConcretoCiclopeo Zapata B 24	63815178	4	AUXO
09 SEPT 2008	3000 psi – 3 / 4 “ – 6 “ – BC	6.5 m <sup>3</sup>	07:41 am	Concreto Zapata A 24	63815216	7	AUXO
09 SEPT 2008	3000 psi – 3 / 4 “ – 6 “ – BC	6.5 m <sup>3</sup>	07:46 am	Concreto Zapata A 24	63815217	7	AUXO
09 SEPT 2008	3000 psi – 3 / 4 “ – 6 “ – BC	6.5 m <sup>3</sup>	08:00 am	Concreto Zapata B 24	63815218	7	AUXO
09 SEPT 2008	3000 psi – 3 / 4 “ – 6 “ – BC	6.5 m <sup>3</sup>	08:28 am	Concreto Zapata B 24	63815219	6 3/4	AUXO
09 SEPT 2008	3000 psi – 3 / 4 “ – 6 “ – BC, STM 001	6.0 m <sup>3</sup>	10:20 am	Concreto Zapata B 24	63815221	7	AUXO
22 NOV 2008	4000 psi – 3 / 4 “ – 6 “ – BC, STM 080	5.0 m <sup>3</sup>	07:38 am	Columnas F 11 y F' 24, Sótano -2	63817550	6 1/4	AUXO
22 NOV 2008	3000 psi – 3 / 4 “ – 6 “ – BC	4.5 m <sup>3</sup>	10:08 am	Muro ( F – G ) 24, Sótano -2	63817563	5 3/4	AUXO
22 NOV 2008	3000 psi – 3 / 4 “ – 6 “ – BC	6.5 m <sup>3</sup>	10:41 am	Tanque Subterráneo (Placa), Torre B, Sótano -3 (Aditivo: Microair 920, Impermeabilizante)	63817566	5 1/2	AUXO
22 NOV 2008	3000 psi – 3 / 4 “ – 6 “ – BC, STM 081	6.5 m <sup>3</sup>	11:30 am	Tanque Subterráneo (Placa), Torre B, Sótano -3 (Aditivo: Microair 920, Impermeabilizante)	63817573	5 3/4	AUXO
22 NOV 2008	3000 psi – 3 / 4 “ – 6 “ – BC	6.0 m <sup>3</sup>	12:25 pm	Tanque Subterráneo (Placa), Torre B, Sótano -3 (Aditivo: Microair 920, Impermeabilizante)	63817578	5 1/2	AUXO

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Tabla 31. Fragmento del formato Registro Control Diario de Concretos.

<b>LOGO EMPRESA</b>	<b>REGISTRO CONTROL DIARIO DE CONCRETOS</b>	<b>CÓDIGO</b>	
		<b>VERSIÓN</b>	12
		<b>HOJA</b>	181 de 1

<b>OBRA: SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL</b>				<b>FECHA:</b>			
<b>Fecha</b>	<b>Especificación</b>	<b>Volumen</b>	<b>Hora</b>	<b>Estructura</b>	<b>Recibo #</b>	<b>Slump (pulg)</b>	<b>V'B°</b>
26 NOV 2008	3000 psi – 3 / 4 “ – 6 “ – BC	7.0 m <sup>3</sup>	08:34 am	Placa Entrepiso, Sótano -1, Torre B, Sector 1	53458607	6 1/2	AUXO
26 NOV 2008	3000 psi – 3 / 4 “ – 6 “ – BC	7.0 m <sup>3</sup>	08:50 am	Placa Entrepiso, Sótano -1, Torre B, Sector 1	53458610	5 1/2	AUXO
26 NOV 2008	3000 psi – 3 / 4 “ – 6 “ – BC	7.0 m <sup>3</sup>	09:17 am	Placa Entrepiso, Sótano -1, Torre B, Sector 1	53458612	6 1/2	AUXO
26 NOV 2008	3000 psi – 3 / 4 “ – 6 “ – BC	7.0 m <sup>3</sup>	10:00 am	Placa Entrepiso, Sótano -1, Torre B, Sector 1	53458615	6	AUXO
26 NOV 2008	3000 psi – 3 / 4 “ – 6 “ – BC	7.0 m <sup>3</sup>	10:31 am	Placa Entrepiso, Sótano -1, Torre B, Sector 1	53458619	7	AUXO
26 NOV 2008	3000 psi – 3 / 4 “ – 6 “ – BC	7.0 m <sup>3</sup>	10:33 am	Placa Entrepiso, Sótano -1, Torre B, Sector 1	53458617	6 3/4	AUXO
26 NOV 2008	3000 psi – 3 / 4 “ – 6 “ – BC	7.0 m <sup>3</sup>	10:55 am	Placa Entrepiso, Sótano -1, Torre B, Sector 1	53458620	6 1/2	AUXO
26 NOV 2008	3000 psi – 3 / 4 “ – 6 “ – BC STM 083	7.0 m <sup>3</sup>	11:00 am	Placa Entrepiso, Sótano -1, Torre B, Sector 1	53458621	6 3/4	AUXO
26 NOV 2008	3000 psi – 3 / 4 “ – 6 “ – BC	7.0 m <sup>3</sup>	11:33 am	Placa Entrepiso, Sótano -1, Torre B, Sector 1	53458624	6 3/4	AUXO
26 NOV 2008	3000 psi – 3 / 4 “ – 6 “ – BC	7.0 m <sup>3</sup>	12:06 am	Placa Entrepiso, Sótano -1, Torre B, Sector 1	53458626	6 1/4	AUXO
26 NOV 2008	3000 psi – 3 / 4 “ – 6 “ – BC	7.0 m <sup>3</sup>	13:55 am	Placa Entrepiso, Sótano -1, Torre B, Sector 1	53458636	6 1/2	AUXO
26 NOV 2008	3000 psi – 3 / 4 “ – 6 “ – BC	7.0 m <sup>3</sup>	16:22 am	Placa Entrepiso, Sótano -1, Torre B, Sector 1	63817669	6 3/4	AUXO

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **ANEXO # 18: Ensayo de Concreto**

Tabla 32. Fragmento del formato Ensayo de Concreto.

LOGO EMPRESA		ENSAYO DE CONCRETO															CODIGO											
																	VERSION 5											
7 dias	15	min = 63%	max = 147%	28 dias	20	min = 0%	max = 0%																					
14 dias	15	min = 81%	max = 170%																									
				CASAS <input type="checkbox"/>		APARTAMENTOS <input checked="" type="checkbox"/>		URBANISMO <input type="checkbox"/>																				
PROVEEDOR: CEMEX				INTOCABLE		ELABORÓ: YONIER CELY - AUXO SOTOMAYOR		FIRMA:																				
TOMA DE CILINDROS										RESISTENCIA										ACCION TOMADA***		Vo Bo DIRO						
Muestra	Ubicación	Elemento	Cilindro	Fecha Toma d m a	Tipo C V	Asentam. (slump)	Resistencia (psi) ESP 28 DIAS	Fecha de Ensayo					%	3 Dias	%	7 Dias	%	14 Dias	%	28 Dias	%	56 Dias	Observ.	ACCION TOMADA***			Vo Bo DIRO	
STM 001	EJES A, B, 24, NIVEL -3	ZAPATAS A24 Y B24	8	09-09-08	X	7	3,000	16/09/08	23/09/08	07/10/08	04/11/08	0%		108%	3,244	129%	3,872					curado en caneca metálica	1	2	3			
												0%		114%	3,431	137%	4,105					curado en caneca metálica	4	5	6			
												97%	3,868	117%	4,662	127%	5,099					curado en caneca metálica	7	8	9			
STM 004	EJES A, B, 24, NIVEL -3	COLUMNAS A24 Y B24	10	13-09-08	X	7	4,000	16/09/08	20/09/08	27/09/08	11/10/08	08/11/08	93%	3,723	122%	4,868	131%	5,230				curado en caneca metálica	1	2	3			
													97%	3,868	117%	4,662	127%	5,099				curado en caneca metálica	4	5	6			
													97%	3,868	117%	4,662	127%	5,099				curado en caneca metálica	7	8	9			
STM 008	EJES A, 20, 24, NIVEL -3	MURO SOTANO A (20 - 24)	8	16-09-08	X	6 3/4	3,000		23/09/08	30/09/08	14/10/08	11/11/08	0%		132%	3,951	141%	4,242				curado en caneca metálica	1	2	3			
													0%		126%	3,773	153%	4,580				curado en caneca metálica	4	5	6			
													0%		126%	3,773	153%	4,580				curado en caneca metálica	7	8	9			
STM 026	EJES 20, C, E'	ZAPATA FOSO ASCENSOR TORRE B, 20 (C - E')	8	29-09-08	X	3 1/4	3,000		06/10/08	13/10/08	27/10/08	24/11/08	0%		86%	2,569	108%	3,233				curado en caneca metálica	1	2	3			
													0%		74%	2,205	98%	2,953				curado en caneca metálica	4	5	6			
													0%		74%	2,205	98%	2,953				curado en caneca metálica	7	8	9			
STM 029	EJES E', 20 NIVEL -3	RRECORRIDO FOSO ASCENSOR TORRE B	10	02-10-08	X	6	4,000	05/10/08	09/10/08	16/10/08	30/10/08	27/11/08	71%	2,845	95%	3,819	111%	4,450				curado en caneca metálica	1	2	3			
													70%	2,802	96%	3,854	109%	4,342				curado en caneca metálica	4	5	6			
													70%	2,802	96%	3,854	109%	4,342				curado en caneca metálica	7	8	9			
STM 053	EJES (A a E) y (12 a 24) SOTANO -2	VIGAS PLACA TORRE B, SECTOR 1	8	01-11-08	X	6 1/2	3,000		08/11/08	15/11/08	29/11/08	27/12/08			132%	3,948	157%	4,697				curado en caneca metálica	1	2	3			
															131%	3,934	157%	4,697				curado en caneca metálica	4	5	6			
															131%	3,934	157%	4,697				curado en caneca metálica	7	8	9			
STM 054	SOTANO -3 a SOTANO -2	RAMPA	8	04-11-08	X	5 1/2	3,000		11/11/08	18/11/08	02/12/08	30/12/08			138%	4,129	164%	4,910				curado en caneca metálica	1	2	3			
															122%	3,672	170%	5,112				curado en caneca metálica	4	5	6			
															122%	3,672	170%	5,112				curado en caneca metálica	7	8	9			
STM 076	SOTANO -2	PANTALLAS FOSO ASCENSOR TORRE B	10	20-11-08	X	6 3/4	4,000	23/11/08	27/11/08	04/12/08	18/12/08	15/01/09	84%	3,363	96%	3,854	118%	4,718				curado en caneca metálica	1	2	3			
													90%	3,603	100%	3,981	115%	4,595				curado en caneca metálica	4	5	6			
													90%	3,603	100%	3,981	115%	4,595				curado en caneca metálica	7	8	9			
STM 081	TORRE B SOTANO -3	PLACA TANQUE SUBTERRANEO	8	22-11-08	X	5 3/4	3,000		29/11/08	06/12/08	20/12/08	17/01/09			137%	4,106	163%	4,899				curado en caneca metálica	1	2	3			
															133%	3,996	161%	4,834				curado en caneca metálica	4	5	6			
															133%	3,996	161%	4,834				curado en caneca metálica	7	8	9			
STM 083	TORRE B SOTANO -1 SECTOR 1	PLACA ENTREPISO	8	26-11-08	X	6 3/4	3,000		03/12/08	10/12/08	24/12/08	21/01/09			89%	2,684	128%	3,827				curado en caneca metálica	1	2	3			
															94%	2,829	130%	3,896				curado en caneca metálica	4	5	6			
															94%	2,829	130%	3,896				curado en caneca metálica	7	8	9			
STM 084	TORRE B SOTANO -3	MUROS TANQUE SUBTERRANEO	8	27-11-08	X	7	3,000		04/12/08	11/12/08	25/12/08	22/01/09			78%	2,346	102%	3,067				curado en caneca metálica	1	2	3			
															72%	2,145	102%	3,071				curado en caneca metálica	4	5	6			
															72%	2,145	102%	3,071				curado en caneca metálica	7	8	9			

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **ANEXO # 19: Envío de Elementos de Concreto a Ensayo**

Tabla 33. Formato Envío de Elementos de Concreto a Ensayo.

<b>LOGO EMPRESA</b>	<b>ENVÍO DE ELEMENTOS DE CONCRETO A ENSAYO</b>	<b>CÓDIGO</b>	
		<b>VERSIÓN</b>	3
		<b>HOJA</b>	183 de 268

OBRA:	SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL
ENVIADO A:	LABORATORIO UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ASUNTO:	ENSAYO A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO
NORMA DE ENSAYO:	NTC 673. Resistencia a la compresión de cilindros de concreto.
FECHA:	19 SEPTIEMBRE DE 2008

No Muestra	FECHA TOMA	FECHA ENSAYO	Cantidad Cilindros	EDAD días	LOCALIZACION (Elemento)	ESPECIF. p.s.i.	ACENT. Pulg
STM 002	12 sept 2008	19 sept 2008	2	7	Zapata A20, Nivel -3	3000	7
STM 003	12 sept 2008	19 sept 2008	2	7	Zapata B20, Nivel -3	3000	6 1/4
STM 007	16 sept 2008	19 sept 2008	2	3	Columnas B17, B20 y B22, Nivel (-2 a -3)	4000	6 3/4
TOTAL ENVIO = 6 CILINDROS							


<i>Enviado por:</i> Auxiliar de Calidad en Obra	<i>Recibido por:</i>
<i>Fecha:</i> 19 SEPTIEMBRE DE 2008	<i>Fecha:</i>

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **ANEXO # 20: Informe de Ensayo a Compresión en Elementos de Concreto**

Tabla 34. Resultado de Laboratorio. Informe de Ensayo a Compresión en Elementos de Concreto.

	<b>INFORME DE ENSAYO A COMPRESIÓN EN CILINDROS DE CONCRETO (NTC-673)</b>	Código: FL006/03
		CR: 0345
		Inf. N°: 1317-2009

**Observaciones:** Los resultados corresponden exclusivamente a las muestras ensayadas. | N=Normal B=Bajo

\*//\*

Cilindro N°	Localización	Fecha de toma	Fecha de ensayo	Sección	Edad (Días)	Peso (g)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (P.S.I.)	Esfuerzo (MPa)	f <sub>c</sub> (MPa)	% Desarrollo	Forma de falla	OBS
STM-05 3	EJES (A A E) Y (12 A 24) SOTANO -2 / VIGAS PLACA TORRE B, SECTOR 1	2008-11-01	2008-11-15	6"	14	13513	2.43	588.2	329	4697	33.0	21.0	157	Corte	N
STM-05 3	EJES (A A E) Y (12 A 24) SOTANO -2 / VIGAS PLACA TORRE B, SECTOR 1	2008-11-01	2008-11-15	6"	14	13356	2.40	588.1	329	4697	33.0	21.0	157	Como y c	N
STM-05 5	TORRE B SECTOR I / PLACA SOTANO -2	2008-11-07	2008-11-14	6"	7	13351	2.40	450.4	252	3597	25.0	21.0	120	Como y c	N
STM-05 5	TORRE B SECTOR I / PLACA SOTANO -2	2008-11-07	2008-11-14	6"	7	13319	2.40	425.8	238	3400	24.0	21.0	113	Como	N
STM-05 6	EJES A,B,G, 20,24 / COLUMNAS A24, B24 SOTANO -2 Y COLUMA G20 SOTANO -3	2008-11-08	2008-11-15	6"	7	13251	2.38	493.3	276	3940	28.0	28.0	98	Corte	N
STM-05 6	EJES A,B,G, 20,24 / COLUMNAS A24, B24 SOTANO -2 Y COLUMA G20 SOTANO -3	2008-11-08	2008-11-15	6"	7	13276	2.39	494.0	276	3945	28.0	28.0	99	Como y c	N
STM-05 7	EJES A, 12, 14 / COLUMNAS A12, A14 SOTANO -2	2008-11-08	2008-11-15	6"	7	13304	2.39	461.4	258	3685	26.0	28.0	92	Como y c	N
STM-05 7	EJES A, 12, 14 / COLUMNAS A12, A14 SOTANO -2	2008-11-08	2008-11-15	6"	7	12957	2.33	455.8	255	3640	25.0	28.0	91	Como y c	N
STM-06 2	EJES A, D, E, 10, 11, 14, 16 SOTANO -2 / COLUMNAS A10, A11, D16 Y E14	2008-11-11	2008-11-14	6"	3	13646	2.45	414.4	232	3309	23.0	28.0	83	Como	N
STM-06 2	EJES A, D, E, 10, 11, 14, 16 SOTANO -2 / COLUMNAS A10, A11, D16 Y E14	2008-11-11	2008-11-14	6"	3	13505	2.43	405.0	226	3234	23.0	28.0	81	Como y g	N

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **ANEXO # 21: Resistencias Mínimas de Concretos adoptadas por el Proyecto Sotomayor Conjunto Residencial**

Tabla 35. Resistencias Mínimas de Concreto adoptadas en Obra Sotomayor Conjunto Residencial.

<b>ESPECIFICACIÓN (psi)</b>	<b>EDAD (días)</b>	<b>PORCENTAJE (mínimo)</b>
3000 - 4000	3	50
3000 - 4000	7	70
3000 - 4000	14	85
3000 - 4000	28	100

❖ **ANEXO # 22: Envío de Elementos de Acero a Ensayo**

Tabla 36. Formato Envío de Elementos de Acero a Ensayo.

<b>LOGO EMPRESA</b>	<b>ENVÍO ELEMENTOS DE ACERO A ENSAYO</b>	<b>CÓDIGO</b>	
		<b>VERSIÓN</b>	1
		<b>HOJA</b>	185 de 268

OBRA:	SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL
ENVIADO A:	LABORATORIO UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ASUNTO:	ENSAYO A TRACCIÓN DEL ACERO. NTC-2289
FECHA:	31 OCTUBRE DE 2008

<b>MUESTRA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>LONGITUD (m)</b>	<b># TOMAS</b>
STM - A 011	2 barras 3/8 " ( #3 ) marca DIACO	1.0	2
STM - A 012	2 barras 1/2 " ( #4 ) marca DIACO	1.0	2
STM - A 013	2 barras 1/2 " ( #4 ) marca SIDENAL	1.0	2
STM - A 014	2 barras 5/8 " ( #5 ) marca SIDENAL	1.0	2
STM - A 015	2 barras 3/4 " ( #6 ) marca SIDENAL	1.0	2
STM - A 016	2 barras 7/8 " ( #7 ) marca SIDENAL	1.0	2
STM - A 017	2 barras 1 " ( #8 ) marca SIDENAL	1.0	2

Enviado por:	Auxiliar de Calidad en Obra	Recibido por:	
Fecha:	31 OCTUBRE DE 2008	Fecha:	


\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **ANEXO # 23: Resultados de Laboratorio de Ensayos a Tracción en Aceros**

Tabla 37. Resultado de Laboratorio. Reporte de Ensayo a Tracción en Elementos de Acero.

**REPORTE DE ENSAYO**

 <b>Universidad Pontificia Bolivariana</b> <small>SECCIONAL BUCARAMANGA</small> Km. 7 vía a Piedecuesta	<b>OBRA:</b> SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL		<b>FECHA DE INFORME:</b> 07/NOVIEMBRE/08
	<b>SOLICITADO POR:</b> URBANAS S.A.		<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b> 05/NOVIEMBRE/08
	<b>SONDEO:</b> -----	<b>Nº DE ENSAYOS :</b> 14	<b>FECHA DE PRUEBA:</b> 06-07/NOVIEMBRE/08
	<b>MUESTRA N°:</b> -----	<b>PROFUNDIDAD:</b> ----	<b>CALCULO:</b>
<b>RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL ACERO NTC 2289</b>	<b>DESCRIPCIÓN:</b> ACEROS 3/8"-1/2"-3/4"-5/8"-7/8"-1"		<b>OPERADOR:</b>
	<b>INFORME N:</b> 05/11/08		<b>PAGINA:</b> 1 de 5

<b>Nombre</b>	<b>ReH Esfuerzo Superior de Fluencia</b>	<b>Fm Carga Máxima</b>	<b>Rm Resistencia Máxima</b>	<b>Ru Resistencia Última</b>	<b>Z Porcentaje de Reducción de Área</b>	<b>A Porcentaje de Alargamiento</b>
<b>Unidades</b>	<b>N/mm2</b>	<b>N</b>	<b>N/mm2</b>	<b>N/mm2</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
STM-A-011-01	478,949	47459,4	669,553	564,581	----	15,2600
STM-A-011-02	499,354	48700,0	687,056	571,106	----	13,5700
STM-A-012-01	490,61	82968,75	654,96	515,52	50,89	19,10
STM-A-012-02	488,45	83195,31	656,75	547,47	36,25	16,62
STM-A-013-01	439,48	81226,56	641,21	350,92	35,75	19,29
STM-A-013-02	427,08	80742,19	637,39	359,49	56,46	18,70
STM-A-014-01	416,92	122515,63	617,03	447,13	53,00	22,97
STM-A-014-02	415,38	122773,44	618,33	302,34	54,63	23,57
STM-A-015-01	416,9	173335,94	605,0	504,1	40,4	24,6
STM-A-015-02	418,0	172875,00	603,4	315,0	42,4	23,6
STM-A-016-01	429,83	251875,00	650,71	535,14	33,16	23,33
STM-A-016-02	425,22	251000,00	648,45	523,60	51,82	23,37
STM-A-017-01	415,09	318187,50	627,95	495,39	53,50	21,65
STM-A-017-02	433,10	332343,75	655,89	561,84	43,45	22,33

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **ANEXO # 24: Informe de Resistencia a la Tracción del Acero**

Tabla 38. Informe de Resistencia a la Tracción de Acero.

**SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL****INFORME DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL ACERO****ENSAYO NÚMERO 2 DE ACEROS**

ACTA DE COMITÉ No

11/11/2008 - INICIAL  
11/20/2008 - CORR.

Según NTC 2289 Barras corrugadas y lisas de acero de baja aleación para refuerzo de concreto

Las barras tienen un límite de fluencia único nominal de 420 MPa o 60000 p.s.i, designado como grado 420 (60), y deben cumplir dentro de los ensayos de resistencia a tracción con los siguientes requisitos:

Resistencia a la tracción mínima MPa (p.s.i)	550 (80000)*A
Punto de fluencia máximo MPa (p.s.i)	540 (78000)
Punto de fluencia mínimo MPa (p.s.i)	420 (60000)

\*A La resistencia a la tracción debe ser igual o mayor 1.25 la resistencia a la fluencia

TIPO DE	Esfuerzo Superior Fluencia	Rm Resistencia	% Alcanzado	Condición de resistencia	%alargamiento	Comparación**	PNC No
BARRA	$420 \leq ReH \leq 540$	maxima $\geq 550$	respecto a f'y	$f'_{y \times 1.25} \geq 550$			
UNIDADES	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa			
N.3 - D	489.15 OK	678.30 OK	116.46%	611.44	14.42	OK	-
N.4 - D	489.53 OK	655.86 OK	116.55%	611.91	17.86	OK	-
N.4 - S	433.28 OK	639.30 OK	103.16%	541.60	19.00	OK	-
N.5 - S	416.15 OK	617.68 OK	99.08%	520.19	23.27	OK	-
N.6 - S	417.45 OK	604.20 OK	99.39%	521.81	24.10	OK	-
N.7 - S	427.53 OK	649.58 OK	101.79%	534.41	23.35	OK	-
N.8 - S	424.10 OK	641.92 OK	100.98%	530.13	21.99	OK	-

\*\* El porcentaje de alargamiento para las varillas N 3 a N 7 es mínimo del 14%, y para las varillas N 8 es mínimo del 12%

NOTA: LOS VALORES TABULADOS CORRESPONDEN A LOS PROMEDIOS DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO.  
LAS CASILLAS RESALTADAS CORRESPONDEN A CRITERIOS RESPECTIVOS NO CUMPLIDOS POR EL ACERO EN ESTUDIO EN CUANTO A LA NORMA.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **ANEXO # 25: Certificado de calibración de la Regla Patrón**

Figura 133. Certificado de Calibración de Regla Patrón.

**CERTIFICADO DE CALIBRACION**

LABORATORIO DE METROLOGÍA ICONTEC

Certificado No. **18514**

---

➤ Laboratorio: Metrología Dimensional

➤ Instrumento: Regla  
Rango: 0 - 1000 mm  
División mínima: 0.5 mm

➤ Fabricante: SHINWA

➤ Modelo: 201F

➤ Número de serie: -

➤ No. Código cliente: -

➤ Cliente: URBANIZADORA DAVID PUYANA S.A.  
Calle 30 No. 22-240 Avenida el Campestre Cañaveral  
Bucaramanga - Santander

➤ Número de páginas del certificado: 3

➤ Fecha de calibración: 2007-06-15

❖ **ANEXO # 26: Resistencias a la Compresión Desarrolladas en los Concretos del Proyecto Sotomayor Conjunto Residencial**

Tabla 39. Resultado de laboratorio. Resistencias a la Compresión de Concretos de la Obra.

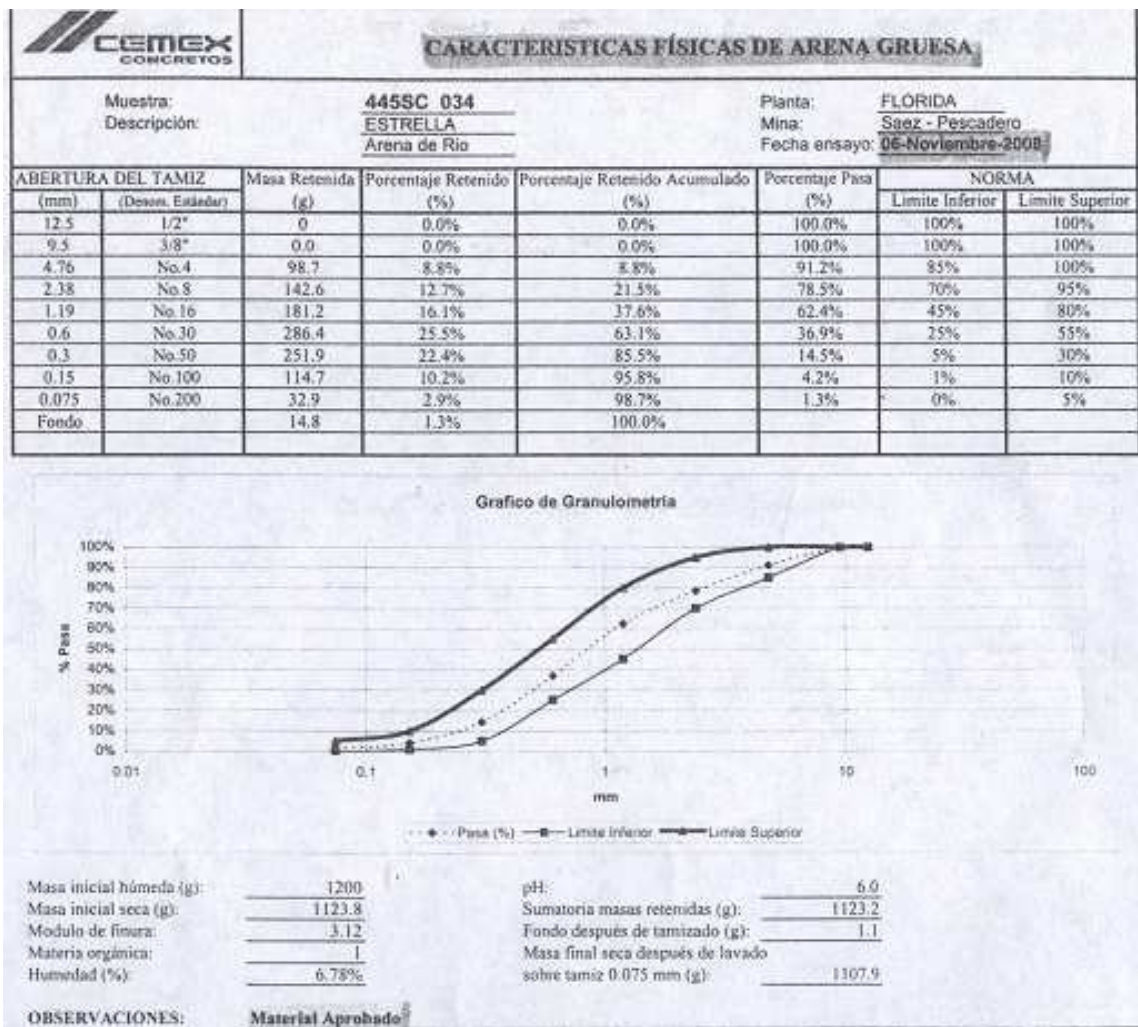
CEMEX		GINCO		Resistencia a Compresión Kg/Cm <sup>2</sup>									
Código del Producto	Muestra	Remisión	Fecha	Obra	R3D	R30 <sup>a</sup>	R7D	R70 <sup>a</sup>	R14D	R140 <sup>a</sup>	R28D	R280 <sup>a</sup>	
1-210-3-R-28-06-1-3-000	0006893IC034	53455631	12/9/2008	SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL	121.2	58%	199.6	95%	231.4	110%	244.3	116%	
1-210-3-R-28-06-1-3-000	0002035IC038	63815216	9/9/2008	SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL	139.1	66%	210.0	100%	239.0	114%	257.5	123%	
1-210-3-R-28-04-0-3-000	0006993IC034	53456531	2/10/2008	SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL	129.3	62%	186.0	89%	217.5	104%			
1-210-3-R-28-04-0-3-000	0002110IC038	63815947	2/10/2008	SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL	132.5	63%	172.6	82%	216.0	103%			
1-210-3-R-28-04-0-3-000	0002111IC038	63815955	2/10/2008	SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL	126.3	60%	186.1	89%	202.1	96%			
1-210-3-R-28-04-0-3-000	0007005IC034	53456678	6/10/2008	SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL	122.3	58%	194.4	93%					
1-210-3-R-28-06-1-3-000	0007014IC034	53456756	9/10/2008	SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL	129.9	62%	183.3	87%					
1-210-3-R-28-04-0-3-000	0002115IC038	63816003	4/10/2008	SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL	138.8	66%	209.4	100%					
1-210-3-R-28-04-0-3-000	0002120IC038	63816045	6/10/2008	SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL	133.0	63%	234.8	112%					
1-210-3-R-28-06-1-3-000	0002134IC038	63816222	9/10/2008	SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL	135.2	64%	209.4	100%					

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **ANEXO # 27: Características Físicas de la Arena Gruesa**

Tabla 40. Certificado de Calidad de Arena Gruesa.



\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **ANEXO # 28: Certificado de Calibración de Máquina a Compresión**

Figura 134. Certificado de Calibración de Máquina a Compresión.

**DIRIMPEX** LTDA.

**CERTIFICADO DE CALIBRACION**  
**CALIBRATION CERTIFICATE**

NUMERO: 1384-08  
NUMBER:

**LABORATORIO** : **FUERZA**  
*Laboratory*

**SOLICITANTE** : **CEMEX COLOMBIA S.A.**  
*Customer*

**DIRECCIÓN** : **Km 2 Vía Pie de Cuesta Frorida Blanca**  
*Address*

**CIUDAD** : **Bucaramanga - Santander**  
*City*

**INSTRUMENTO** : **Máquina a compresión**  
*Instrument*

**FABRICANTE** : **DIR-Controls**  
*Manufacture*

**MODELO** : **CT-1500**  
*Model*

**NUMERO DE SERIE** : **20050824**  
*Serial Number*

**RANGO DE MEDICIÓN** : **0-1500 kN**  
*Measurement Range*

**FECHA DE CALIBRACIÓN** : **2008-09-15**  
*Calibration Date*  
(aaaa-mm-dd)

**FECHA DE EMISIÓN** : **2008-09-24**  
*Emission Date*  
(aaaa-mm-dd)

**NÚMERO DE PAGINAS INCLUYENDO ANEXOS** : **4**  
*Number of pages and Documents Attached*

Fuente: Plan de Calidad de la Obra Sotomayor Conjunto Residencial

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Figura 135. Certificado de Calibración de Máquina a Compresión.

Laboratorio de Metrología – Fuerza		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	
		Número :	1384-08
		Página :	2 de 4
<b>CARACTERÍSTICAS DEL INDICADOR DEL EQUIPO A CALIBRAR</b>			
Instrumento :	Máquina para ensayos a compresión		
Rango Calibrado :	0-1000 kN		
Indicador :	Digital	Marca: Controls	Modelo : 50C-5024
Serie :	5085130	Div. De escala : 0,01 kN	Resolución : 0,01 kN
Temperatura Inicial (°C) :	28	Temperatura Final (°C) : 29	Humedad Relativa (%) : 75
<b>OBSERVACIONES:</b>			
<b>CARACTERÍSTICAS DEL PATRÓN DE CALIBRACIÓN</b>			
<u>Indicador</u>	Lector digital		
Marca :	Vishay Nóbels	Serie :	14 - 2700
Modelo :	FST - 3	Rango de medición :	0 - 150000 m/mv
<u>Transductor de Fuerza</u>			
Marca :	SENSY		
Modelo :	3115		
Serie :	2008102000		
Rango de medición :	1 MN		
Certificado de calibración :	17855 (SIC)		
Clase :	1,0		
Incertidumbre del patrón :	0,121%		

Fuente: Plan de Calidad de la Obra Sotomayor Conjunto Residencial

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.


\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **ANEXO # 29: Identificación Visual de Aceros**

Cada una de las barras de Acero Sideral AS-60 (420 MPa) sismo resistente se identifica de la siguiente manera:

Figura 136. Demarcación e Identificación de Barras de Acero Estructural.



Col	Colombia (Acero Colombia)
SN	Identificación de marca Siderurgica Nacional
	Sello de calidad certificada ICONTEC
4	Calibre-Número de designación según norma técnica NTC 2289
W	Acero soldable
60	60.000lbs./pulg <sup>2</sup> de límite de fluencia.

Fuente: <http://www.sidenal.com>

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **ANEXO # 30: Certificado de Calidad de Acero**

Figura 137. Certificado de Calidad de Acero Estructural.

No. DE COLADA		ENSAYOS FISICOS			COMPOSICION QUIMICA % MAX.						DIMENSIONES PROCESO			
		ENSAYOS DE TRACCION			C	Mn	P	S	Si	CE	PESO METRO	ALTURA RESALTES	ESPACIAMIENTO	ANCHO DE VENAS
		FLUENCIA (Kg/mm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Kg/mm <sup>2</sup> )	% ELONGACION EN 200 mm							Kg.	mm	mm	mm
		Min. 42,00	56,00	14	0,30	1,50	0,035	0,045	0,50	0,55	1,459	0,71		
	C	Max. 55,00									1,552		11,10	6,10
	X	44,11	60,29	17	0,26	0,95	0,013	0,010	0,33	0,44	1,495	1,02	10,42	1,91
	X	45,10	62,38	17	0,28	0,98	0,016	0,019	0,28	0,47	1,494	1,06	10,44	1,80
	X	46,07	65,43	17	0,29	1,06	0,012	0,018	0,30	0,48	1,486	1,10	10,46	1,84

Fuente: Plan de Calidad de la Obra Sotomayor Conjunto Residencial

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **ANEXO # 31: Informe de Cumplimiento al Programa de Control de Calidad**

**ACTA N°:** 011  
**PROYECTO:** Sotomayor Conjunto Residencial  
**FECHA:** Lunes 22 de Diciembre de 2008

**INFORME DEL CUMPLIMIENTO AL PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD**

<b>PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO</b>	<b>100 %</b>
<b>PORCENTAJE DE AVANCE DE ENSAYOS PROGRAMADOS</b>	<b>16.0 %</b>

➤ **Concreto:**

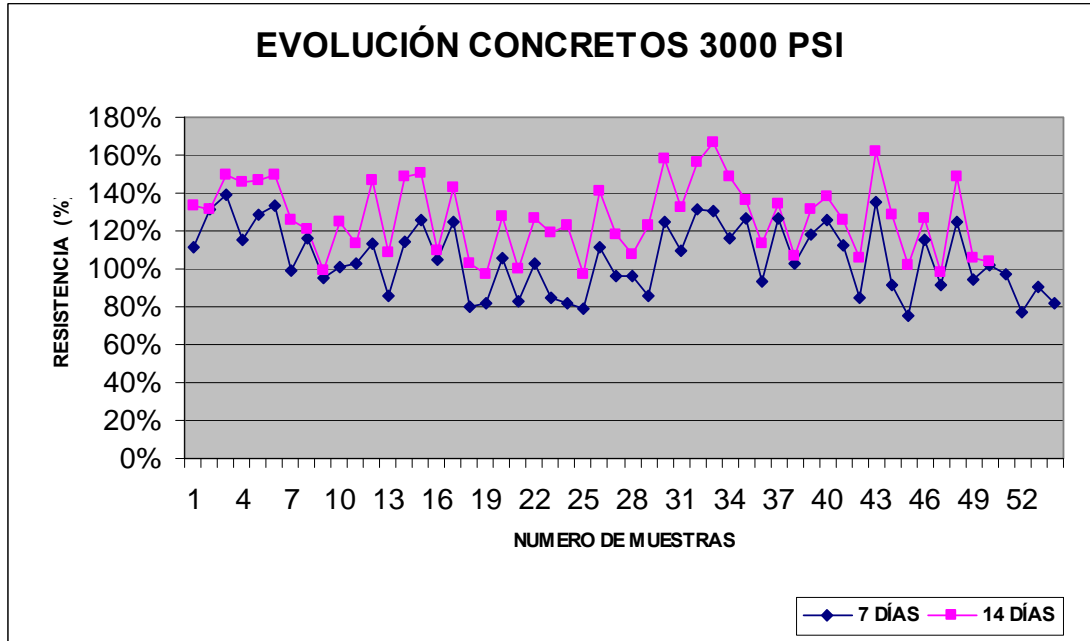
1. A la fecha se han tomado (115) ciento quince muestras (8 cilindros para las resistencias de 3000 psi para cimentación y 10 para las resistencias de 4000 psi para muestras de columnas).
2. El volumen acumulado de concreto a la fecha es 2098.25 m3.
3. Las muestras de concretos de 3.000 psi ensayadas a la semana (15 de Diciembre a 20 de Diciembre), arrojaron el siguiente resultado:
  - ( 4 ) muestras a los 7 días. Los resultados se encuentran entre el 77% y 97% de la resistencia de diseño esperada.
  - ( 5 ) muestras a los 14 días. Los resultados se encuentran entre el 98% y 149% de la resistencia de diseño esperada.
  - ( 0 ) muestras a los 28 días. No existen pruebas a la fecha por considerarse innecesarias a causa de los resultados previos respectivos.
  - ( 0 ) muestras a los 56 días. No existen pruebas a la fecha por considerarse innecesarias a causa de los resultados previos respectivos.

El diagrama de evolución de concretos de resistencia 3000 psi se muestra a continuación.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Figura 138. Evolución de Concretos de 3000 PSI del Proyecto Sotomayor Conjunto Residencial.



4. Las muestras de concretos de 4.000 psi ensayadas a la semana (15 de Diciembre a 20 de Diciembre), arrojaron el siguiente resultado:

- ( 1 ) muestras a los 3 días. El resultado se encuentra en el 85% de la resistencia de diseño esperada.
- ( 3 ) muestras a los 7 días. Los resultados se encuentran entre el 89% y 95% de la resistencia de diseño esperada.
- ( 7 ) muestras a los 14 días. Los resultados se encuentran entre el 108% y 135% de la resistencia de diseño esperada.
- ( 0 ) muestras a los 28 días. No existen pruebas a la fecha por considerarse innecesarias a causa de los resultados previos respectivos.
- ( 0 ) muestras a los 56 días. No existen pruebas a la fecha por considerarse innecesarias a causa de los resultados previos respectivos.

El diagrama de evolución de concretos de resistencia 4000 psi se muestra a continuación.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Figura 139. Evolución de Concretos de 4000 PSI del Proyecto Sotomayor Conjunto Residencial

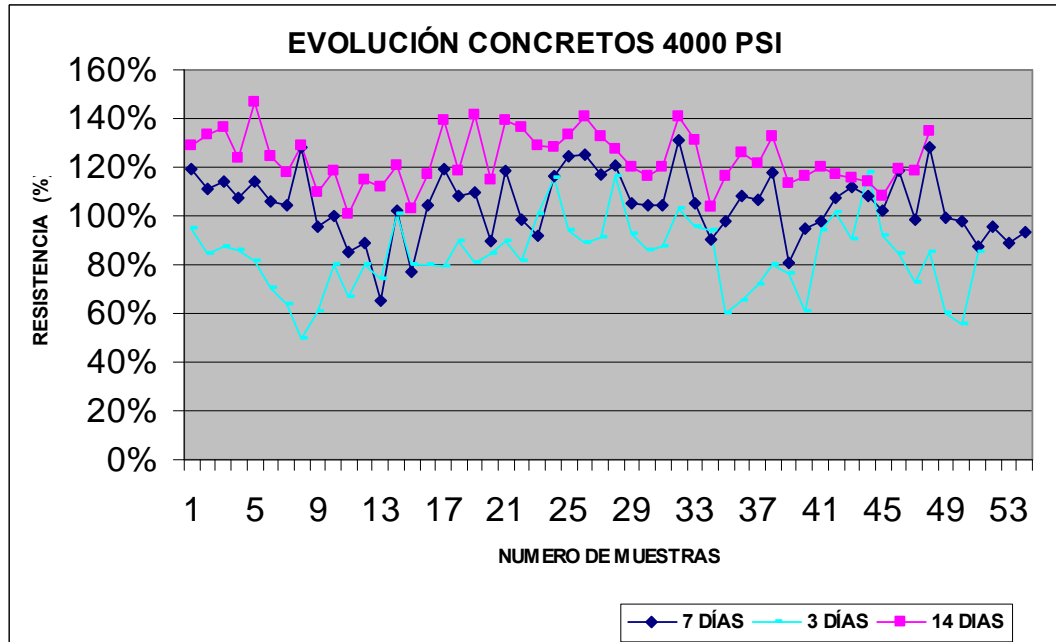


Tabla 41. Formato de Resistencias a la Compresión de Concretos de la Obra.

RESISTENCIAS DE LOS CONCRETOS									
FECHA	3,000 Psi				4,000 Psi				
	(%)				(%)				
	3 d	7 d	14 d	28 d	3 d	7 d	14 d	28 d	56 d
30-Sep-08	-	113%	141%	0%	87%	112%	133%	0%	0%
31-Oct-08	-	99%	123%	0%	74%	92%	112%	0%	0%
22-Nov-08	-	116%	121%	0%	92%	110%	129%	0%	0%
20-Dic-08	-	95%	122%	0%	81%	101%	121%	0%	0%
<b>Acumulado Hasta 20 de Diciembre</b>	-	<b>106%</b>	<b>127%</b>	<b>0%</b>	<b>83%</b>	<b>104%</b>	<b>124%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>

➤ **Acero:**

- A la fecha se ha tomado (4) dos muestras de acero para fallar a tracción.
- El acumulado de hierro del proveedor Aldía es 257.61 Ton.

Fuente: Plan de Calidad de la Obra Sotomayor Conjunto Residencial

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

➤ **Control de Calidad según Parámetros del Plan de Calidad del Proyecto:**

Tabla 42. Formato Control de Calidad del Proyecto Sotomayor Conjunto Residencial.

LOGO EMPRESA	CONTROL DE CALIDAD					CODIGO		
	PROYECTO: SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL					VERSION	1	
						FECHA	22 de Diciembre de 2008	
						INFORME	ACTA N°011	
DESCRIPCION	FRECUENCIA SEGÚN NORMA	TOMA DE MUESTRAS			PLAN CALIDAD		CUMPLIMIENTO AL PLAN CALIDAD	
		ACUMULADO MUESTRAS TOMADAS MES: ANTERIOR NOVIEMBRE 2008	ACUMULADO MUESTRAS REALIZADAS 20 DICIEMBRE 2008	MUESTRAS ESPERADAS A LA FECHA DE INFORME (Según Norma)	NÚMERO DE MUESTRAS PROGRAMADAS PARA TODO EL PROYECTO (INICIAL)	<b>NO SE MODIFICA DIARIAMENTE</b> MUESTRAS PROGRAMADAS PARA TODO EL PROYECTO (AJUSTADO-SEGÚN NORMA)	% Cumplimiento Control de Calidad (META: 100%)	% AVANCE EN ENSAYOS PROGRAMADOS
<b>RELLENO</b>								
DENSIDADES	1 por cada 40 m lineales en perímetros de muros	6	27	27	18	27	100%	100%
DENSIDADES	1 por cada 500 m2 en parqueaderos				3	3		
<b>HIERROS</b>								
ACERO	1 Muestra por diametro cada 100 Ton	3	4	4	9	9	100%	44%
<b>CONCRETO</b>								
CIMENTACION	1 Muestra cada 40 M3 ó por jornada de fundida	19	20	20	26	26	100%	77%
PLACA CONTRAPISO SOTANOS	1 Muestra cada 40 M3 ó por jornada de fundida				5	5		
COLUMNAS Y FOSO ASCENSOR	1 Muestra por jornada de fundida	41	57	57	55	57	100%	100%
PLACA ENTREPISO	1 Muestra cada 40 M3 ó por jornada de fundida	6	11	11	105	105	100%	10%
CTO DE MAQUINAS, TANQUE ELEVADO Y TANQUE SUBTERRANEO	1 Muestra cada 40 M3 ó por jornada de fundida	2	3	3	3	3	100%	100%
MURO DE CONTENCIÓN	1 Muestra por jornada de fundida.	17	22	22	10	22	100%	100%
<b>CIMENTACION</b>								
EXCAVACION	3 visitas del Ingeniero de Suelos	2	2	2	3	3	100%	67%
<b>INST. ELECTRICAS</b>								
APARATOS	1 Por Apartamento				112	112		
REDES ENERGERGIZADAS	1 Por Proyecto				1	1		
<b>INST. HIDROSANITARIAS</b>								
HIDROSTATICA DE PRESION	2 Por Apto				224	224		
<b>INST. DE GAS</b>								
HERMETICIDAD	1 Por Apartamento				112	112		
<b>DESAGUES</b>								
ESTANQUEIDAD DE APTOS	1 Por Apartamento				112	112		
<b>ACUEDUCTO</b>								
HIDROSTATICA DE PRESION - RED	1 Prueba				1	1		
<b>TOPOGRAFIA</b>								
VERIFICAR AJUSTES DE TEODOLITO, MIRA Y NIVEL	1 Ajuste mensual hasta llegar a planta lobby	4	4	4	5	5	100%	80%
<b>MAMPOSTERIA</b>								
ABSORCION	1 Por Apartamento				112	112		
		<b>150</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>916</b>	<b>939</b>		
<b>INDICADOR</b>							<b>100.0%</b>	<b>16.0%</b>

OBSERVACIONES: A la fecha se han tomado 115 muestras de concreto y 4 de acero.

El volumen acumulado de concreto a la fecha es 2098.25 m3.

El acumulado de hierro del proveedor es 257.61 Ton.

ELABORADO: \_\_\_\_\_

AUXO - YONIER CELY

REVISADO: \_\_\_\_\_

REIN

APROBADO: \_\_\_\_\_

DIRO

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **ANEXO # 32: Política de Salud Ocupacional de URBANAS S.A.**

**POLÍTICA DE SALUD OCUPACIONAL**

**URBANIZADORA DAVID PUYANA S.A.**, al realizar la gestión de diseño, construcción y comercialización de edificaciones y obras de urbanismo, se compromete a:

- Proteger a los trabajadores, visitantes y contratistas.
- Prevenir pérdidas accidentales, lesiones y enfermedades derivadas de las labores propias de la industria de la construcción.
- Prevenir la contaminación y proteger el medio ambiente.
- Cumplir con la legislación vigente en materia de salud ocupacional y los otros requisitos que la organización decida adoptar.
- Trabajar en busca del mejoramiento continuo.

Para el logro de estos compromisos la empresa proveerá los recursos necesarios para contar con personal capacitado, y asegurar condiciones y ambientes de trabajo sanos y seguros.

Así mismo los procedimientos y herramientas de medición utilizadas serán objeto de evaluación continua y vigilancia periódica, de esta forma se garantizará el cumplimiento de los principios de calidad, ambiente y seguridad y salud ocupacional, manera en la que se respetará y cumplirá con las expectativas de las partes interesadas.

**NORMAS GENERALES**

Al ingresar a la obra usted está en la obligación de cumplir con las siguientes normas de seguridad:

- Presentar el carnet de identificación o autorización para ingresar a la obra.
- Preséntese a la hora establecida por el jefe inmediato.
- No introduzca bebidas alcohólicas u otras sustancias no autorizadas por la empresa.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

- No se presente trasnochado a la obra o bajo efectos de sustancias embriagantes.
- Mantenga adecuadamente las instalaciones de la obra, los elementos de trabajo, los dispositivos para control de riesgos.
- Dar las instrucciones necesarias e informar sobre las medidas de control a tener en cuenta antes de iniciar la tarea.
- Ningún trabajador esta autorizado para realizar tareas o trabajos sin las medidas de control establecidas en este manual, panorama de factores de riesgo análisis de riesgo por oficio u otras metodologías disponibles o usadas y/o las que se hayan definido por los profesionales de obra o responsables del trabajo.
- Utilice los elementos de protección personal que la empresa suministra.
- Usar Ropa adecuada y ajustada (camisa o camiseta con mangas, pantalón y zapato cerrado).
- Conserve el orden y aseo en los lugares de trabajo, hacer las necesidades fisiológicas en los sitios asignados y disponer los residuos en los recipientes definidos para tal fin.
- No opere sin la debida autorización vehículos, maquinarias o equipos distintos a los que le han sido asignados.
- De aviso inmediato a su jefe si observa condiciones defectuosas, fallas en las instalaciones, daños en maquinaria o equipos o cualquier otra situación que pueda causar accidentes al personal o daños a la obra.
- No se permite el ingreso de niños a la obra.
- El ingreso de visitantes se realizará solo en los horarios autorizados y/o se estén desarrollando actividades que puedan poner en peligro su integridad.

Fuente: <http://www.urbanas.com/site/>

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.



❖ **ANEXO # 34: Entrega de Elementos de Protección Personal**

Tabla 44. Fragmento del formato Entrega de Elementos de Protección Personal.

**LOGO EMPRESA**

**Entrega de Elementos de Protección Personal**

**Obra:** SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL

**Contratista**

Nombre del Contratista (Demolicion) \_\_\_\_\_

**TIPO DE VINCULACION:**

Planta: \_\_\_\_ Misión: \_\_\_\_ Cooperado: \_\_\_\_ Estudiante ó aprendiz: \_\_\_\_ Contratista:  X

Fecha Día/Mes/Año	Nombre Trabajador	del Cargo	Casco	Botas de Seguridad	Tapa bocas	Delanta de Cuero	Guantes de Carnaza	Guantes de Vaqueta	Guantes de caucho	Protector auditivo	Gafas Monogafas	o Caretta protección Facial	Recibí de uso EPP	Cap. FIRMA DEL TRABAJADOR
15-Jul-08	Nombre del ayudante 1	Ayudante	1		1		1 par			1	1		firma ayud 1	firma ayud 1
15-Jul-08	Nombre del ayudante 2	Ayudante	1				1 par						firma ayud 2	firma ayud 2
15-Jul-08	Nombre del ayudante 3	Ayudante	1				1 par				1		firma ayud 3	firma ayud 3
17-Jul-08	Nombre del ayudante 2	Ayudante			1					1			firma ayud 2	firma ayud 2
23-Jul-08	Nombre del ayudante 3	Ayudante			1								firma ayud 3	firma ayud 3

**Observaciones:**

Es responsabilidad de cada trabajador informar o solicitar en el horario establecido al inspector, Auxiliar de seguridad seguridad industrial (INSE -IASI - ACSI) la perdida, extravío, deterioro, o robo de su dotación o cualquier elemento de protección personal. Así mismo es obligación del trabajador utilizar, cuidar y almacenar correctamente los elementos de protección personal.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **ANEXO # 35: Control de Asistencia a Programas de Formación Continua**

Tabla 45. Fragmento del formato Control de Asistencia a Programas de Formación Continua.

<b>LOGO EMPRESA</b>	<b>CONTROL DE ASISTENCIA PROGRAMAS DE FORMACIÓN CONTINUA</b>	<b>CÓDIGO</b>	
		<b>VERSIÓN</b>	1

HOJA: 01

<p><b>Tema:</b> Programa de Salud Ocupacional Manual de seguridad en obra.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ POLITICA DE SALUD OCUPACIONAL</li> <li>▪ Normas Generales, USO DE ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL, SEGURIDAD EN EXCAVACIONES, Trabajos en alturas, SEGURIDAD PARA TRABAJOS EN ALTURAS ANDAMIOS, SEGURIDAD PARA TRABAJOS CON ESCALERAS, SEGURIDAD CON SISTEMAS ELECTRICOS, SEGURIDAD AL LEVANTAR CARGAS, SEGURIDAD EN EL USO DE MAQUINAS Y EQUIPOS, SEGURIDAD CON CARGAS SUSPENDIDAS, SEGURIDAD CON HERRAMIENTAS MANUALES, SEGURIDAD AL TRANSITAR EN LA OBRA, ORDEN Y LIMPIEZA EN LAS OBRAS</li> <li>▪ Medidas de Prevención: No se autoriza realizar trabajos sin elementos de protección personal, controles y/o medidas preventivas establecidas.</li> </ul> <p>Que hacer en caso de emergencia y rutas de evacuación Reglamento de Higiene y Seguridad Industrial Que es un accidente y que hacer en caso de accidente. Panorama de factores de Riesgo Las Labores a realizar son las relacionadas con la industria de la construcción Los Trabajadores deben desarrollar las labores objeto del contrato de su empleador.</p>	<p><b>Fecha: 16/07/08</b></p>
<p><b>Horario: 03 : 30 pm</b></p>	
<p><b>Docente: Jefe de Seguridad Industrial</b></p>	
<p><b>Lugar: Obra Sotomayor Conjunto Residencial</b></p>	
<p><b>Empresa: URBANAS S.A.</b></p>	

<b>C.C.</b>	<b>Nombre</b>	<b>Cargo</b>	<b>Dependencia / Obra</b>	<b>Firma</b>
#	Ayudante 1	Ayudante	Contratista 1	Firma Ayudante 1
#	Ayudante 2	Ayudante	Contratista 1	Firma Ayudante 2
#	Ayudante 3	Ayudante	Contratista 2	Firma Ayudante 3
#	Ayudante 4	Ayudante	Contratista 2	Firma Ayudante 4

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.



NOMBRE DEL CONTRATISTA			
DEMOLICIÓN Y ACTIVIDADES VARIAS			
COD.	CARGO	SALARIO MES	
1	AYUDANTE 1	\$461,500	
CEDULA DE CIUDADANIA			
#			
MES EN CONSIDERACION			
JULIO			

PORCENTAJE DE APORTES					
TOTAL			URBANAS		
SALUD	12.5	0.68	8.50%	CAJASAN	4.00%
PENSION	16	0.75	12.00%	ICBF	3.00%
1. RIESGOS	6.96	1	6.96%	SENA	2.00%
2. RIESGOS	2.436	1	2.44%	FIC	\$11,537
PARAFISC	9	1	9.00%		
<b>TOTAL APORTES</b>					<b>\$358,961</b>

OBRA	NOMBRE	C.C.	Cod. Salar	CARGO	JORNAL	Total obra	REINTEGRO				PARAFISCALES				TOTAL APORTES	TOTAL NOMINA
							SALUD	PENSION	COD (1 ó 2)	RIESGOS	CAJA (4%)	ICBF(3%)	SENA(2%)	FIC		
SOTOMAYOR	AYUDANTE A	#	1	AYUDANTE 1	\$15,383	16	\$20,921	\$29,536	1	\$17,131	\$9,845	\$7,384	\$4,923	\$6,153	<b>\$89,740</b>	246133
SOTOMAYOR	AYUDANTE B	#	1	AYUDANTE 1	\$15,383	15	\$19,614	\$27,690	1	\$16,060	\$9,230	\$6,923	\$4,615	\$5,769	<b>\$84,131</b>	230750
SOTOMAYOR	AYUDANTE C	#	1	AYUDANTE 1	\$15,383	13	\$16,999	\$23,998	1	\$13,919	\$7,999	\$6,000	\$4,000	\$4,999	<b>\$72,914</b>	199983
SOTOMAYOR	AYUDANTE D	#	1	AYUDANTE 1	\$15,383	9	\$11,768	\$16,614	1	\$9,636	\$5,538	\$4,154	\$2,769	\$3,461	<b>\$50,479</b>	138450
SOTOMAYOR	AYUDANTE E	#	1	AYUDANTE 1	\$15,383	11	\$14,383	\$20,306	1	\$11,777	\$6,769	\$5,077	\$3,384	\$4,230	<b>\$61,696</b>	169217
							<b>\$83,685</b>	<b>\$118,144</b>		<b>\$68,524</b>	<b>\$39,381</b>	<b>\$29,536</b>	<b>\$19,691</b>	<b>\$24,612</b>	<b>\$358,961</b>	<b>984533</b>

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

En la figura se enseña el modelo de la “Matriz de Aportes y Parafiscales de Seguridad Social” con información referente a las labores de Demolición y Actividades Varias del proyecto en el mes de julio de 2008.

El control de asistencia mensual de la mano de obra de un contratista específico es transcrito a la matriz con los datos referentes al contratista y a los trabajadores implicados en la labor, junto con el valor del jornal de acuerdo a un código que depende del monto del salario para el cargo designado.

Continúa con la tabulación de días hasta el 30 de cada mes, independientemente de los que comprenda este por calendario. Allí se demarcan los días laborados por cada trabajador para finalmente realizar la sumatoria por mes.

Este número total de días representa la base para la realización del pago de la seguridad social integral por parte de la empresa, y está sujeto a corrección en los campos de salud, pensión, riesgos profesionales y parafiscales, según las ausencias que el trabajador haya presentado durante dicho mes, al evaluar aspectos de fuerza mayor justificados como incapacidades, calamidades domesticas, etc.

Analizando el procedimiento se puede decir que la corrección realmente se efectúa para los aspectos de riesgos profesionales y parafiscales, cuando el trabajador haya faltado a su labor por cuestiones de fuerza mayor justificada con un intervalo de tiempo menor o igual a 3 días, ya que en la suma de total de días trabajados por mes se establece automáticamente el no pago de todos los aportes y parafiscales por los días de falta sin justificación.

Con el total de días corregido en cada campo, se procede a calcular el valor en pesos que por porcentaje le corresponde a la empresa cancelar por este concepto a cada trabajador, de acuerdo a normatividad vigente (tabla # 28), siendo ahora el contratista el directo responsable de calcular los costos por el porcentaje restante y gestionar los pagos por el monto total.

Tabla 47. Porcentajes Obligatorios de Seguridad Social por parte de la empresa URBANAS S.A.

	PORCENTAJE DE APORTES				
	TOTAL (%)	%U / %T	URBANAS		
<b>SALUD</b>	12.50	0.68	8.50%	<b>CAJASAN</b>	4.00%
<b>PENSIÓN</b>	16.00	0.75	12.00%	<b>ICBF</b>	3.00%
<b>1. RIESGOS</b>	6.96	1	6.96%	<b>SENA</b>	2.00%
<b>2. RIESGOS</b>	2.44	1	2.44%	<b>FIC</b>	\$11,537
<b>PARAFISCAL</b>	9.00	1	9.00%		
1. RIESGOS: 6.96 % → Actividades de construcción.					
2. RIESGOS: 2.44 % → Actividades de topografía.					

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Para cada trabajador se totaliza la fila en una casilla con el valor en pesos a cancelar por parte de la empresa en cuanto a su seguridad social, sin incluir el FIC; y en la siguiente, el total de su nomina mensual, que es igual a los días trabajados por el valor de su jornal.

En vertical se encuentra el total a cancelar por la empresa, separado en forma independiente por cada aspecto de la seguridad social.

El cálculo del FIC se establece por cada trabajador como el valor constante de \$11537 dividido en los 30 días laborales del mes, multiplicado esto por el total de días trabajados.

Es necesario resaltar que la matriz está calculada solo con los porcentajes a cancelar propiamente por la empresa, y en ningún momento representa la totalidad de los costos estimados por normatividad en este sentido.

El resultado del proceso es consignado en dos facturaciones independientes que totalizan la mano de obra proporcionada por el contratista; la primera contiene el estimativo de aportes y parafiscales, mientras la segunda es generada solo con el valor del FIC.

Como medida de control de estos pagos, los contratistas cuentan con fechas preestablecidas para la consignación de estos dineros en el Sistema de la Protección Social.

Una vez efectuados y corroborados los pagos totales por este concepto, se envía a la sede administrativa de la empresa una copia de la planilla que comprueba dichos pagos, y la otra es almacenada en el archivo de obra.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **ANEXO # 37: Control de Ejecución de Obra (Actividades Preliminares)**

Tabla 48. Formato Interno de Obra. Control de Ejecución de Obra (Actividades Preliminares).

<b>OBRA</b>	SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL
<b>CONTRATISTA</b>	Actividades Preliminares
<b>CONTRATO</b>	Mano de Obra
<b>MES</b>	Julio

Fecha	Actividad	# Oficiales	# Ayudantes	Observaciones	V.B.
14-jul-08	Adecuación de Obra	0	2	-	AUXO
	Acarreo y Acopio de Material	0	1	-	AUXO
15-jul-08	Adecuación de Obra	0	2	-	AUXO
	Acarreo y Acopio de Material	0	1	-	AUXO
16-jul-08	Acarreo y Acopio de Material	0	2	-	AUXO
	Excavación Zapata	0	1	-	AUXO
17-jul-08	Construcción Campamento	0	2	-	AUXO
	Excavación Zapata	0	1	-	AUXO
18-jul-08	Construcción Campamento	0	2	-	AUXO
	Excavación Zapata	0	2	-	AUXO
19-jul-08	Construcción Campamento	0	2	-	AUXO
	Excavación Zapata	0	3	-	AUXO
20-jul-08	DOMINGO	-	-	-	AUXO
21-jul-08	Excavación Zapata	0	2	-	AUXO
	Construcción Campamento	0	2	-	AUXO
	Señalización - Limpieza de Obra	0	1	-	AUXO
22-jul-08	Excavación Zapata	0	3	-	AUXO
	Construcción Campamento	0	2	-	AUXO
23-jul-08	Excavación Zapata	0	3	-	AUXO
	Construcción Campamento	0	2	-	AUXO
24-jul-08	Excavación Zapata	0	2	-	AUXO
	Construcción Campamento	0	2	-	AUXO
	Señalización - Limpieza de Obra	0	1	-	AUXO
25-jul-08	Excavación Zapata	0	3	-	AUXO
	Construcción Campamento	0	1	-	AUXO
	Señalización - Limpieza de Obra	0	1	-	AUXO
26-jul-08	Excavación Zapata	0	3	-	AUXO
	Adecuación de Obra	0	2	-	AUXO
27-jul-08	DOMINGO	-	-	-	AUXO
28-jul-08	Excavación Zapata	0	2	-	AUXO
	Cerramiento	0	2	-	AUXO
	Señalización - Limpieza de Obra	0	1	-	AUXO
29-jul-08	Señalización - Limpieza de Obra	0	1	-	AUXO
	Acarreo y Acopio de Material	0	2	-	AUXO
30-jul-08	Demolición Estructura	0	2	-	AUXO
	Señalización - Limpieza de Obra	0	1	-	AUXO
31-jul-08	Construcción Campamento	0	1	-	AUXO
	Demolición Estructura	0	1	-	AUXO
	Señalización - Limpieza de Obra	0	1	-	AUXO

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **ANEXO # 38: Control de Horas Extras de Mano de Obra**

Tabla 49. Formato Interno de Obra. Control de Horas Extras de Mano de Obra.

OBRA:		049	SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL			
CONTRATISTA:		RELLENO				
FECHA	TRABAJADOR	C.C.	Hr Inicio	Hr Fin	TOTAL Hrs	Hrs ACUM
02-ago-08	AYUDANTE 1	#	01:00 p.m.	04:00 p.m.	3.0	3.0
09-ago-08	AYUDANTE 1	#	01:00 p.m.	03:00 p.m.	2.0	5.0
27-ago-08	AYUDANTE 2	#	05:00 p.m.	06:00 p.m.	1.0	6.0
29-ago-08	AYUDANTE 3	#	05:00 p.m.	06:00 p.m.	1.0	7.0
	AYUDANTE 1	#	05:00 p.m.	06:00 p.m.	1.0	8.0
	AYUDANTE 4	#	05:00 p.m.	06:00 p.m.	1.0	9.0
	AYUDANTE 2	#	05:00 p.m.	06:00 p.m.	1.0	10.0
30-ago-08	AYUDANTE 3	#	12:00 p.m.	01:00 p.m.	1.0	11.0
	AYUDANTE 1	#	12:00 p.m.	01:00 p.m.	1.0	12.0
	AYUDANTE 4	#	12:00 p.m.	01:00 p.m.	1.0	13.0
	AYUDANTE 2	#	12:00 p.m.	01:00 p.m.	1.0	14.0

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **ANEXO # 39: Control de Ejecución y Recibo de Obra**

Tabla 50. Formato Control de Ejecución y Recibo de Obra.

LOGO EMPRESA		CONTROL DE EJECUCIÓN Y RECIBO DE OBRA					CÓDIGO	
							VERSIÓN	3
OBRA O PROYECTO:		SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL						
CAPITULO:		ESTRUCTURA TRADICIONAL			AÑO:		2008	
LOCALIZACIÓN:		EJES A ( 14 - 20 )			PRODUCTO:		Torre B	
ACTIVIDAD	INICIO/FIN	CRITERIOS	REVISIONES			OBSERVACIONES	RECIBIDO	
			NC	C	NR		SUPO-INOB	DIRO-RESI
MURO DE CONTENCIÓN SOTANO - 2	10 / 11 Nov	REVISIÓN EJES Y DIMENSIONES		X		-	Residente Auxiliar	
	11 / 12 Nov	ARMADO ACERO DE REFUERZO		X		-	Residente Auxiliar	
	12 / 12 Nov	ENCOFRADO Y APLOMADO CON NIVEL INFERIOR		X		-	Residente Auxiliar	
	12 / 12 Nov	TIPO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO EN LA REMISIÓN		X		-	Residente Auxiliar	
	12 / 12 Nov	REAPLOMADO		X		-	Residente Auxiliar	
	13 / 13 Nov	REVISIÓN AL DEENCOFRAR		X		-	Residente Auxiliar	
	13 / 13 Nov	APLICACIÓN DE CURADO		X		-	Residente Auxiliar	
	No Aplica	LAVADO DE CARA A IMPERMEABILIZAR			X	-	Residente Auxiliar	
	14 / 14 Nov	LIMPIEZA Y SELLO HUECO CORBATAS		X		-	Residente Auxiliar	
	No Aplica	MEDIACAÑAS			X	-	Residente Auxiliar	
	15 / 18 Nov	APLICACIÓN PRIMERA CAPA IMPERMEABILIZACIÓN		X		-	Residente Auxiliar	
	19 / 19 Nov	APLICACIÓN SEGUNDA CAPA IMPERMEABILIZACIÓN		X		-	Residente Auxiliar	
No Aplica	SEGUIMIENTO AL RELLENO			X	-	Residente Auxiliar		
SE DEBE EXIGIR EL LAVADO DE FORMALETA Y EL ASEO DEL SITIO DE TRABAJO.						EN REVISION: NC = NO CUMPLE; C= CUMPLE NR= NO REQUIERE		

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **ANEXO # 40: Instructivo Procedimiento Control del Producto No Conforme**

**PROCEDIMIENTO CONTROL DEL PRODUCTO NO CONFORME**

- **OBJETIVO:** Establecer las acciones a seguir para dar tratamiento al Producto no Conforme generado dentro del Sistema de Gestión de la Calidad de URBANAS S.A. Aplica a todos los procesos y proyectos de URBANAS.
  
- **DEFINICIONES:**
  - **Producto:** Resultado de un proceso.
  - **Requisito:** Necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria.
  - **No Conformidad:** Incumplimiento de un requisito.
  - **Corrección:** Acción tomada para eliminar una no conformidad detectada u otra situación indeseable.
  - **Reproceso:** Acción tomada sobre un producto no conforme para que cumpla con los requisitos.
  - **Reclasificación:** Variación de la clase de un producto no conforme, de tal forma que sea conforme con requisitos que difieren de los indicados.
  - **Reparación:** Acción tomada sobre un producto no conforme para convertirlo en aceptable para su utilización prevista.
  - **Desviación Permitida:** Autorización para apartarse de los requisitos originalmente especificados de un producto antes de su realización.
  - **Concesión:** Acción tomada para utilizar o liberar un producto que no es conforme con los requisitos especificados.
  
- **RESPONSABLES:** Interventor, ingeniero de calidad, jefe de departamento y dueños de proceso.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

➤ **DESARROLLO DEL PNC**

1. Identificar el Producto No Conforme (PNC), el cual puede ser generado en cualquier proceso o proyecto y registrarlo de manera precisa y clara en el Formato respectivo cuando sea de la obra o en el software de calidad.
2. Si el funcionario que detectó el PNC tiene la autonomía y autoridad necesaria sobre dicho producto, definir la disposición a seguir, la cual pueden ser: reproceso, reparación, concesión, reclasificación, rechazo o cualquier acción necesaria para evitar su utilización.
3. Si la complejidad del PNC no permite que el funcionario que lo identificó determine la disposición a seguir comunicar al Jefe Inmediato o al funcionario que tenga la autoridad para analizar dicho producto y definir la disposición pertinente a seguir.
4. Describir la acción tomada para corregir dicho PNC definiendo el responsable de ejecutarla, y para los casos que sea necesario establecer la fecha límite de realización de esta acción.
5. Revisar y analizar los productos no conformes presentados con mayor frecuencia o de mayor impacto para generar las acciones necesarias.
6. Verificar que la acción tomada fue adecuada para volver el producto conforme de acuerdo a los requisitos establecidos y dejar registro en el Formato de PNC en obra o en el Software de calidad según corresponda.
7. Cuando el producto no conforme es detectado por el cliente de URBA se determina el impacto de la no conformidad y define la acción a seguir volviendo al numeral 1.

Fuente: <http://www.urbanas.com/site/>

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **ANEXO # 41: Formato Producto No Conforme en Obra (PNC)**

Tabla 51. Formato Producto No Conforme en Obra.

<b>LOGO EMPRESA</b>	<b>FORMATO PRODUCTO NO CONFORME EN OBRA - PNC</b>	<b>CÓDIGO</b>	
		<b>VERSIÓN</b>	2

Proyecto: SOTOMAYOR CONJUNTO RESIDENCIAL

Hoja 4

No	Fecha	Actividad	Contratista	Ubicación PNC (A)	Reportado por:	Descripción PNC	Acción Tomada (B)	Verificado por
4	01 DIC 2008	RELLENO	RELLENO	ZONA GRÚA TORRES A Y B ( 5 )	AUXILIAR DE CALIDAD EN OBRA	<p>Los ensayos de densidad tomados en el relleno de la zona de la grúa entre las torres A y B arrojaron un valor de porcentaje de compactación inferior a la especificación mínima (95%). Estos resultados corresponden a las 3 tomas efectuadas que son:</p> <p>1. Torre A: % compac = 90.8% 2. Torre B: % compac = 90.2% 3. Torre A: % compac = 91.1%</p> <p>El ensayo fue realizado por el laboratorista de la empresa, con el Densímetro Eléctrico.</p>	<p>El Director de la Obra toma una acción correctiva inmediata que consiste en escarificar y recompactar, utilizando un material diferente pero de características similares al inicial. Es decir, se decide hacer un reproceso pero cambiando el tipo de material. Este proceso arrojó el siguiente resultado:</p> <p>1. Torre A: % compac = 95.6% 2. Torre B: % compac = 95.5% 3. Torre A: % compac = 95.3%</p> <p>Como se puede notar, la acción tomada permitió cumplir con las especificaciones de la actividad al conseguir una compactación mayor a la mínima (95%). La corroboración del resultado se obtuvo con el Densímetro Eléctrico, el día 03 de Diciembre de 2008.</p>	Director De Obra

A) 1.Casa 2. Apartamento 3.Torre 4. Lote 5.Otro B) 1. Reproceso 2. Liberación 3. Reparación

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **ANEXO # 42: Procedimiento de Acciones Correctivas y Preventivas**

**PROCEDIMIENTO DE  
ACCIONES CORRECTIVAS Y ACCIONES PREVENTIVAS**

➤ **OBJETIVO:** Eliminar las causas de las no conformidades reales o potenciales presentadas en el SGC de URBANAS. Aplica a todos los procesos del Sistema de Gestión de Calidad de URBANAS.

➤ **DEFINICIONES**

- **Acción Correctiva (AC):** Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación indeseable.
- **Acción Preventiva (AP):** Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad potencial u otra situación potencialmente indeseable.
- **No Conformidad:** Incumplimiento de un requisito.

➤ **RESPONSABLES:** Interventor, ingeniero de calidad y jefe de departamento.

➤ **GUÍAS GENERALES**

1. Este procedimiento es apoyado en todas sus fases cuando sea requerido por el Departamento de Calidad.
2. El Departamento de Calidad es el encargado de realizar el control y seguimiento a las acciones correctivas determinadas, para asegurar su cumplimiento y eficacia.

➤ **DESARROLLO**

**Acciones Correctivas y Acciones Preventivas**

1. Identificar las No Conformidades, resultado de las quejas y reclamos, auditorías internas, productos no conformes e incumplimiento en los procesos del Sistema de Gestión de la Calidad.
2. Describir la no conformidad encontrada e informar al funcionario que tiene la autoridad requerida para establecer las acciones respectivas a través del Software de calidad.

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

3. Aprobar o no la solicitud de acción correctiva/preventiva. En caso de no ser aprobada dejar registro de esto en el sistema de información en el Software de calidad explicando por que no es posible o necesario emprender una acción. Si es aprobada la solicitud continuar el procedimiento.
4. Determinar las causas de la no conformidad, dejando registro en el sistema Software de calidad.
5. Plantear acciones correctivas/preventiva para la eliminación de las causas de la No conformidad., describir el plan de acción.
6. Evaluar la conveniencia de las acciones formuladas.
7. Verificar si la acción correctiva/preventiva tomada eliminó las causas de la No Conformidad, en este caso verificar la acción y registrarlo en el software de calidad.
8. Revisar a través del software de calidad las acciones registradas y el planteamiento e implementación de las acciones para eliminar las causas de estas y dar cierre a la solicitud.

Fuente: <http://www.urbanas.com/site/>

❖ **ANEXO # 43: Acción Correctiva**

**Descripción de la acción correctiva:** Cambiar el laboratorio de ensayos de concretos debido al incumplimiento presentado por la UPB en los días 19 y 20 de septiembre en la recepción y prueba de las muestras STM (002, 003, 007 y 004), por celebración del día del estudiante en la universidad y sin previo aviso a la obra de este evento de no funcionamiento por parte del laboratorio para estas dos fechas. Las muestras son devueltas de nuevo a la obra el día 19 de septiembre y reenviadas a la UPB para ensayo el día lunes 22 de septiembre de 2008. Además el laboratorio presenta usualmente demora en el reporte de resultados vía mail a la obra.

- Paso 1. Identificación del Problema.  
Solicitante: Auxiliar de Calidad en Obra
- Paso 2. Aceptación.  
Responsable: Director de Obra
- Paso 3. Análisis de Causas.  
Responsable: Director de Obra y Auxiliar de Calidad en Obra
- Paso 4. Definición del plan de Acción.  
Responsable: Director de Obra y Auxiliar de Calidad en Obra
- Paso 5. Verificación.  
Responsable: Director de Obra y Auxiliar de Calidad en Obra
- Paso 6. Cierre de solicitud.  
Solicitante: Auxiliar de Calidad en Obra

Figura 140. Proceso de Acción Correctiva en el Proyecto Sotomayor Conjunto Residencial.

Detalle Solicitud No. 2200		CODIGO	
		VERSION	

Imprimir

**Paso 1 de 6. Identificación del problema (Solicitante)**

Solicitante:  
 Sigla Solicitante:  
 Tipo Solicitud: 1 | Acción Correctiva  
 Descripción de la solicitud:  
 Cambiar el laboratorio de ensayos de concretos debido al incumplimiento presentado por la UPB en los días 19 y 20 de septiembre en la recepción y prueba de las muestras STM (002, 003, 007 y 004), por celebración del día del estudiante en la universidad y sin previo aviso a la obra de este evento de no funcionamiento por parte del laboratorio para estas dos fechas. Las muestras son devueltas de nuevo a la obra el día 19 de septiembre y reenviadas a la UPB para ensayo el día lunes 22 de septiembre de 2008. Además el laboratorio presenta usualmente demora en el reporte de resultados vía mail a la obra.  
 Responsable(Proceso | Cargo | Nombre | Cédula): 4|Construcción (CTR)|DIR|
 

 Fecha Solicitud: 2008-12-22 00:29:26  
 Proceso Solicitante: 4|Construcción (CTR)  
 Proyecto:

**Paso 2 de 6. Aceptación (Responsable)**

Aceptada  Rechazada 
Fecha Estimada Solución: 2008-10-15 00:00:00  
 Impacto: 2 Fecha Aceptada/Rechazada: 2008-12-22 16:08:09  
 Justificación de rechazo:

**Paso 3 de 6. Análisis de Causas (Responsable)**

Tipo Causa	Descripción
1 Mano de Obra	Se acepta el cambio de laboratorio debido a que la UPB presenta falencias en la recepción de las muestras enviadas a ensayo y el envío oportuno de resultados. Por otra parte los costos de los ensayos en la UPB presentan un valor mas elevado que el nuevo laboratorio (Concresevicios) quien no cobra el acarreo de las muestras y ademas ofrece un valor por ensayo por muestra de casi la mitad del establecido autoritariamente por la UPB, y sin detrimento en la calidad del servicio.

**Paso 4 de 6. Definición del plan de acción (Responsable) ACTIVIDADES**

Fechas:	Asunto	Responsable	Resultados	Avance
Asignación: 2008-12-22 17:30:25 Última Modif: 2008-12-22 17:30:25 Inicio: Actividad: 2008-10-15 00:00:00	1. Solicitud de carta de presentación del nuevo laboratorio. 2.Solicitud de certificados de calidad y calibración de los equipos usado por el nuevo laboratorio. 3.Verificación de la condiciones de acarreo de las muestras de concreto. 4.Verificaci		Se cumple con el plan de accion en un 100% y se establece contratacion con el laboratorio Concresevicios por brindar un muy buen manejo del tema en cuestion.	

**Paso 5 de 6. Verificación (Responsable)**

Verificada?  Fecha Verificación: 2008-12-22 17:36:03  
 Cumplimiento de plan de acción y eficacia  
 Se cumple por completo con el plan de acción establecido para el ensayo de muestras de concreto con el laboratorio Concresevicios, arrojando un excelente resultado hasta la fecha la decisión tomada al respecto.

**Paso 6 de 6. Cierre (Solicitante)**

Cerrada?  Fecha Cierre: 2008-12-22 17:51:24  
 Observaciones:  
 Considero que mi petición fue atendida de la mejor manera, por lo que acepto el cierre de esta.

Fuente: <http://www.urbanas.com/site/>

\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.


\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

❖ **ANEXO # 44: Acción Preventiva**

**Descripción de la acción preventiva:** Mantener el paso peatonal con la debida señalización vial por la carrera 28 y la calle 42 del proyecto Sotomayor Conjunto Residencial, para evitar como hasta el momento los posibles accidentes a los peatones que transitan por el perímetro de la obra y que pueden verse afectados a causa del flujo vehicular de la zona y de las diferentes actividades de riesgo que implican la construcción.

- Paso 1. Identificación del Problema.  
Solicitante: Auxiliar de Calidad en Obra
- Paso 2. Aceptación.  
Responsable: Director de Obra
- Paso 3. Análisis de Causas.  
Responsable: Director de Obra y Auxiliar de Calidad en Obra
- Paso 4. Definición del plan de Acción.  
Responsable: Director de Obra y Auxiliar de Calidad en Obra
- Paso 5. Verificación.  
Responsable: Director de Obra y Auxiliar de Calidad en Obra
- Paso 6. Cierre de solicitud.  
Solicitante: Auxiliar de Calidad en Obra

Figura 141. Proceso de Acción Preventiva en el Proyecto Sotomayor Conjunto Residencial.

Detalle Solicitud No. 2202		CODIGO	VERSION
Imprimir			
<b>Paso 1 de 6. Identificación del problema (Solicitante)</b>			
<p>⚠ Solicitante:</p> <p>⚠ Sigla Solicitante:</p> <p>⚠ Tipo Solicitud: 2   Acción Preventiva</p> <p>⚠ Descripción de la solicitud: Mantener el paso peatonal con la debida señalización vial por la carrera 28 y la calle 42 del proyecto Sotomayor Conjunto Residencial, para evitar como hasta el momento los posibles accidentes a los peatones que transitan por el perímetro de la obra y que pueden verse afectados a causa del flujo vehicular dela zona y de las diferentes actividades de riesgo que implican la construcción.</p> <p>⚠ Responsable(Proceso   Cargo   Nombre   Cédula): 4 Construcción (CTR) DIRD </p>	<p>⚠ Fecha Solicitud: 2009-01-09 17:38:35</p> <p>⚠ Proceso Solicitante: 4 Construcción (CTR)</p> <p>⚠ Proyecto:</p>		
<b>Paso 2 de 6. Aceptación (Responsable)</b>			
<p>Aceptada <input checked="" type="checkbox"/> Rechazada <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>⚠ Impacto: 2</p> <p>⚠ Justificación de rechazo:</p>	<p>⚠ Fecha Estimada Solución: 2008-09-01 00:00:00</p> <p>⚠ Fecha Aceptada/Rechazada: 2009-01-09 17:55:14</p>		
<b>Paso 3 de 6. Análisis de Causas (Responsable)</b>			
<p>⚠ Tipo Causa</p> <p>2 Método</p>	<p>⚠ Descripción</p> <p>Mantener en el perímetro de la obra con transeuntes y vehiculos una accidentalidad igual a cero, como hasta la fecha se ha cumplido.</p>		
<b>Paso 4 de 6. Definición del plan de acción (Responsable) ACTIVIDADES</b>			
<p>Fechas:</p> <p>⚠ Asignación: 2009-01-09 18:10:21</p> <p>⚠ Última Modif: 2009-01-09 18:10:21</p> <p>⚠ Inicio Actividad: 2008-09-01 00:00:00</p>	<p>Asunto</p> <p>La obra cuenta con el inspector de seguridad y un personal de ayudantes previamente capacitados en los temas de señalización y seguridad industrial como soporte a esta actividad preventiva, con los suficientes recursos que ha destinado la obra para esta  </p>	<p>Responsable</p> <p>Resultados</p> <p>El plan de accion contemplado y aplicado ha arrojado resultados satisfactorios, ya que el indice de accidentalidad se ha mantenido en un valor de cero.</p>	<p>Avance</p> 
<b>Paso 5 de 6. Verificación (Responsable)</b>			
<p>⚠ Verificada? <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>⚠ Cumplimiento de plan de acción y eficacia</p> <p>Se cumple hasta el momento y de forma satisfactoria el plan de accion establecido en este aspecto, con la idea de mantener nula la accidentalidad vial y peatonal en el perímetro de la obra, respecto a la dependencia de esta en cuanto al proyecto.</p>	<p>⚠ Fecha Verificación: 2009-01-09 18:15:07</p>		
<b>Paso 6 de 6. Cierre (Solicitante)</b>			
<p>⚠ Cerrada? <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>⚠ Observaciones:</p> <p>El manejo del tema de seguridad vial y peatonal aledaña y dependiente de la obra se ha manejado hasta la fecha en forma satisfactoria en cuanto a las politicas de seguridad que propende la empresa. Por lo anterior determino que mi solicitud fue atendida dela mejor manera aceptando el cierre de la presente solicitud.</p>	<p>⚠ Fecha Cierre:2009-01-09 18:28:07</p>		

Fuente: <http://www.urbanas.com/site/>

❖ **ANEXO # 45: Registro Fotográfico del Proyecto**

**AVANCE DE OBRA EN EL MES DE JULIO DE 2008**

Figura 142. Desmantelamiento Estructura.



Figura 143. Proceso de Excavación.



Figura 144. Demolición de Estructura Existente.



Figura 145. Instalación de Valla de Aprobación Legal del Proyecto.



Figura 146. Actividades Preliminares, Topografía, Señalización Peatonal e Higiene.



Figura 147. Instalación de Señales de Tránsito para Ejecución del Proyecto.



\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

**AVANCE DE OBRA EN EL MES DE AGOSTO DE 2008**

Figura 148. Vista Aérea, Agosto 2008. Terreno a Nivel de Descapote. Campamento de Obra.



Figura 149. Excavación Preliminar para Comprobación del Estudio de Suelos.



Figura 150. Localización Topográfica de Proyecto



Figura 151. Instalación de Lona para Control de Material Particulado durante Excavación.



Figura 152. Control de Volquetas en Obra. Limpieza de Vías por Movimiento de Tierras.



Figura 153. Protección de Taludes y Rampa. Señalización en Obra.



**AVANCE DE OBRA EN EL MES DE SEPTIEMBRE DE 2008**

Figura 154. Excavación Manual para Conformación de Estructura de Cimentación de la Edificación.



Figura 155. Vista Aérea, Septiembre 2008. Colocación de Solado de Cimentación.



Figura 156. Recepción de Pedido de Acero con respectiva Verificación de Especificaciones.



Figura 157. Armado de Refuerzo de Estructura de Cimentación.



Figura 158. Fundición Estructura de Cimentación



Figura 159. Fundición de Columna.



**AVANCE DE OBRA EN EL MES DE SEPTIEMBRE DE 2008**

Figura 160. Fundición de Muro de Contención.



Figura 161. Resane y Aplicación de Capas de Impermeabilización en Muros de Contención.



Figura 162. Proceso de Relleno y Estado General de Obra, Septiembre 2008.



Figura 163. Fundición de Cimentación de Foso de Ascensor.



**AVANCE DE OBRA EN EL MES DE OCTUBRE DE 2008**

Figura 164. Fundición Estructura de Cimentación



Figura 165. Encofrado de Foso de Ascensor.



Figura 166. Vista Aérea de Obra, Octubre 2008.  
Colocación de Solado con Autobomba.



Figura 167. Entablarado para Conformación de Vigas y Losa de Entrepiso.



Figura 168. Proceso de Relleno, Octubre 2008.



Figura 169. Estado General de Obra, Octubre 2008.



**AVANCE DE OBRA EN EL MES DE OCTUBRE DE 2008**

Figura 170. Vista Aérea de Obra, Octubre 2008.



Figura 171. Estado General Obra, Octubre 2008.



Figura 172. Armado y Encofrado de Vigas de Losa de Entrepiso.



Figura 173. Fundición de Zapata. Escalera de Acceso al Nivel Inferior del Proyecto.



Figura 174. Aplomado Columna (Parte Inferior).



Figura 175. Aplomado Columna (Parte Superior).



**AVANCE DE OBRA EN EL MES DE NOVIEMBRE DE 2008**

Figura 176. Instalación Viguetas en Acero para Conformación de Losa de Entrepiso Steel Deck.



Figura 177. Armado de Rampa para el Acceso entre Niveles Adyacentes.



Figura 178. Verificación de Unión Viga en Concreto - Vigüeta en Acero.



Figura 179. Fundición Monolítica de Vigas y de Uniones Viga - Vigüeta.



Figura 180. Instalación de Lámina en Acero para Conformación de Entrepiso en Steel Deck.



Figura 181. Funcionamiento Losa de Entrepiso en Steel Deck, tras ser Fundida.



**AVANCE DE OBRA EN EL MES DE NOVIEMBRE DE 2008**

Figura 182. Fundición de Losa de Entrepiso en Sistema Steel Deck, usando Autobomba.



Figura 183. Nivelación del concreto de la Losa de Entrepiso en Sistema Steel Deck.



Figura 184. Acabado Placa Steel Deck usando Llana y Helicóptero. Caja de Perforación de Losa



Figura 185. Puesta en Servicio de Rampa de Acceso en Entrepisos.



Figura 186. Resane y Aplicación de Capas de Impermeabilización en Muros de Contención.



Figura 187. Proceso Relleno, Noviembre 2008. Instalación de Láminas y Viguetas en Acero.



**AVANCE DE OBRA EN EL MES DE DICIEMBRE DE 2008**

Figura 188. Armado de Refuerzo de Vigas para Placa de Entrepiso en Sistema Tradicional.



Figura 189. Estado General de Obra, Diciembre 2008.



Figura 190. Conformación de Losa de Entrepiso en Sistema Tradicional. Placa Aligerada con Casetón de Madera.



Figura 191. Proceso de Relleno, Diciembre 2008.



Figura 192. Armado de Refuerzo de Zapata.



Figura 193. Excavación Manual. Conformación de Sistema de Alcantarillado Interno de Obra.



**AVANCE DE OBRA EN EL MES DE DICIEMBRE DE 2008**

Figura 194. Instalación de Malla Electrosoldada y de Redes, en Placa de Sistema Tradicional.



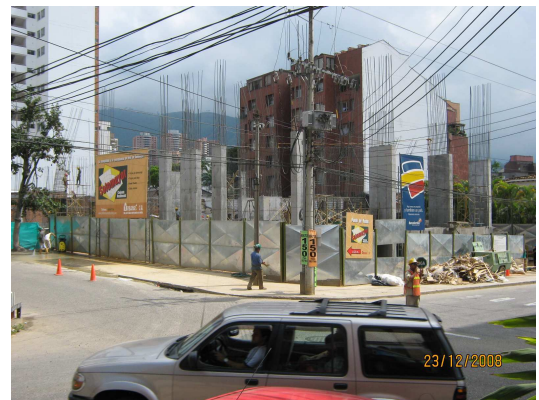
Figura 195. Inducción al Nuevo Auxiliar de Calidad de Obra.



Figura 196. Vista Aérea y Estado General de Obra, Diciembre 2008.



Figura 197. Proyecto Sotomayor Conjunto Residencial, Diciembre 23 de 2008.



**SEGURIDAD INDUSTRIAL, MEDIO AMBIENTE E HIGIENE**

Figura 198. Acta de Vecindad. Estado de Predio Vecino.



Figura 199. Acta de Vecindad. Estado de Predio Vecino.

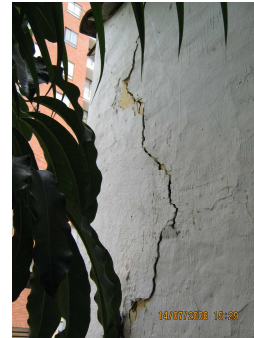


Figura 200. Instalación de Malla para Control de Sólidos en Alcantarillado Público.



Figura 201. Solicitud de Tala de Árboles por Pésimo Estado.



Figura 202. Limpieza de Vía por Contaminación en Proceso de Excavación.



Figura 203. Limpieza de Volquetas en Movimiento de Tierras.



\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

**SEGURIDAD INDUSTRIAL, MEDIO AMBIENTE E HIGIENE**

Figura 204. Limpieza de Predios Vecinos. Señalización Vial del Proyecto.



Figura 205. Instalación de Baño Portátil para Personal de Obra.



Figura 206. Charla de Seguridad Industrial a Personal de Obra.



Figura 207. Manejo de Productos Químicos. Uso de Implementos de Seguridad Apropriados.



Figura 208. Instalación de Paso Peatonal Provisional por Descarga de Material.



Figura 209. Demarcación de la Ruta de Evacuación de Obra.



\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

**SEGURIDAD INDUSTRIAL, MEDIO AMBIENTE E HIGIENE**

Figura 210. Manejo y Disposición de Combustibles en Obra.



Figura 211. Uso de Dispositivos y Elementos de Seguridad Requeridos en Trincheras.



Figura 212. Demarcación de Zonas Críticas de Peligro en Obra.



Figura 213. Señalización Vial durante Proceso de Fundición de Elementos Estructurales.



Figura 214. Vibrado de Columna. Utilización de los Elementos de Seguridad Indicados.



Figura 215. Corte de Materiales con Herramientas Apropriadas.



**DENSIDADES EN RELLENOS**

Figura 216. Proceso de Compactación de Relleno con el uso de Rana.



Figura 217. Proceso de Compactación de Relleno con el uso de Saltarín.

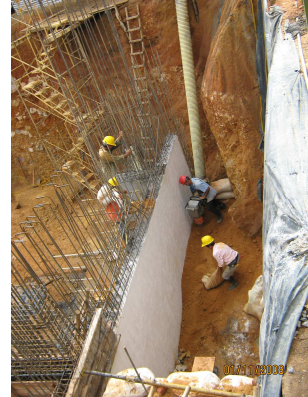


Figura 218. Instalación de la Base del Densímetro Eléctrico sobre el Suelo.



Figura 219. Instalación de Conexión Base - Densímetro Eléctrico.



Figura 220. Funcionamiento del Densímetro Eléctrico. Procesamiento de información.



Figura 221. Lectura de Resultados de Compactación del Relleno en la Zona Cubierta.



**CONTROL DE CONCRETOS**

Figura 222. Mezcla de Concreto en Mixer y Toma de Muestra.



Figura 223. Mezcla Manual de Muestra de Concreto. Equipo de Ensayo de Asentamiento.



Figura 224. Colocacion de Capa de Concreto en Cono de Abrams.



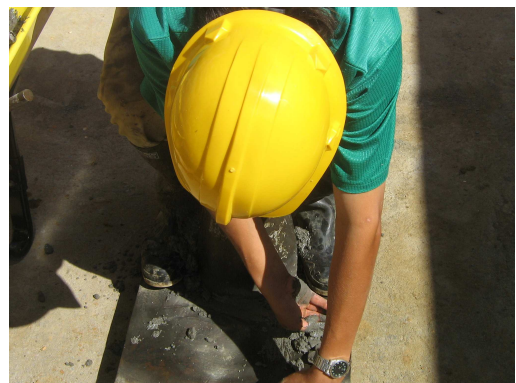
Figura 225. Vibrado de Capa de Concreto con Varilla Compactadora.



Figura 226. Enrase del Volumen Total de Concreto Depositado en el Cono.



Figura 227. Retiro de Residuos de Concreto de la Base del Equipo de Asentamiento.



**CONTROL DE CONCRETOS**

Figura 228. Posición Correcta y Tiempo de Espera para Retiro del Cono de Abrams.



Figura 229. Retiro del Cono de Abrams de Forma Vertical Ascendente.



Figura 230. Colocación Horizontal de Varilla sobre Posición Invertida del Cono.



Figura 231. Lectura de Asentamiento del Concreto en Cuartos de Pulgada.



Figura 232. Elaboración de Probetas de Concreto usando Camisas Cilíndricas Metálicas.



Figura 233. Desencofrado de Especímenes de Concreto.



\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

**CONTROL DE CONCRETOS**

Figura 234. Traslado de Muestras de Concreto a Pila de Curado.



Figura 235. Curado de Muestras de Concreto.



Figura 236. Traslado de Muestras de Concreto a Laboratorio para Ensayo a Compresión. Se utiliza Aserrín como Amortiguador.

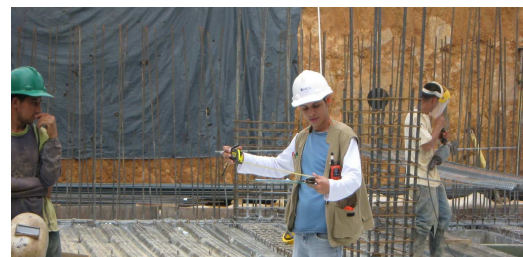


Figura 237. Traslado de Muestras de Concreto a Laboratorio para Ensayo a Compresión. Se utiliza Cama de Madera como Amortiguador.



**VERIFICACIÓN DE FLEXÓMETROS**

Figura 238. Verificación Visual de Estado de Flexómetros en Obra.



\* Proyecto de Grado. Modalidad Práctica Empresarial.

\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.