



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**LA QUÍMICA Y LOS UNIFORMES DEPORTIVOS**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**INGENIERO QUÍMICO**

**PRESENTA:**

**JOSÉ ALEJANDRO MÉNDEZ CASTRUITA**



**MÉXICO, D.F.**

**AÑO 2015**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**JURADO ASIGNADO:**

**PRESIDENTE:**           **Profesor: José María García Saiz**

**VOCAL:**                   **Profesor: Benjamín Ruíz Loyola**

**SECRETARIO:**           **Profesor: León Carlos Coronado Mendoza**

**1er. SUPLENTE:**       **Profesor: Alejandro León Iñiguez Hernández**

**2º SUPLENTE:**           **Profesor: José Manuel Méndez Stivalet**

**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:**

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**ASESOR DEL TEMA: Benjamín Ruíz Loyola**

(nombre y firma)

**SUSTENTANTE (S): JOSÉ ALEJANDRO MÉNDEZ CASTRUITA**

**Índice**

<b>La Química y los Uniformes Deportivos.....</b>	<b>1</b>
Evolución de los plásticos.....	4
Avances técnicos en la investigación y desarrollo de polímeros.....	12
<b>Capítulo 1 Natación.....</b>	<b>16</b>
Historia de la natación.....	16
Evolución de los trajes de Baño.....	18
<b>Capítulo 2 Futbol Americano.....</b>	<b>47</b>
Las hombreras.....	50
El casco.....	55
<b>Capítulo 3 Futbol Soccer.....</b>	<b>65</b>
Las Camisetas y su evolución.....	68
Balón de futbol.....	87
Zapatos de Futbol.....	112
<b>Conclusión.....</b>	<b>139</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>140</b>

## Índice imágenes

Figura 1. Egipcios practicando Atletismo.....	2
Figura 2. Vasija Antigua Grecia Atletismo.....	4
Figura 3. Formula química de Nylon.....	22
Figura 4. Formula química de Nylon 6-6.....	22
Figura 5. Obtención de Nylon 6-6 en laboratorio.....	22
Figura 6. Obtención de Nylon 6-6 en la industria.....	23
Figura 7. Obtención de Nylon 6.....	23
Figura 8. Nylon 6.....	24
Figura 9. Nylon 6,6.....	24

Figura 10. Caprolactam, adipoyl chloride, hexamethylene diamine.....	25
Figura 11. Adición de Agua a Caprolactam, de ácido carboxílico a carbocation.....	25
Figura 12. Relocalización de carbocationes.....	26
Figura 13. Ataque de grupo hidroxilo dando diol inestable.....	26
Figura 14. La relocalización de los electrones genera la ruptura de la estructura cíclica y forma un aminoácido lineal.....	27
Figura 15. Reordenamiento de los electrones para formar el carbocation.....	27
Figura 16. La deslocalización del electrón del doble enlace genera un carbocatión susceptible de un ataque de un nucleófilo.....	28
Figura 17. El aminoácido lineal ataca y da este compuesto de amonio.....	28
Figura 18. Otra deslocalización de los electrones abre el anillo del monómero formándose una molécula lineal.....	28
Figura 19. El oxígeno del carboxilato pierde un hidrógeno formándose un dímero completo.....	29
Figura 20. El dímero reacciona con más monómeros y eventualmente se forma nylon 6.....	29
Figura 21. Estructura química del spandex.....	30
Figura 22. Short (95% Algodón y 5% elastano).....	32
Figura 23. Playera surf (88% Algodón y 12% elastano).....	32
Figura 24. Fórmula química de PBT.....	35
Figura 25. Síntesis de PBT.....	35
Figura 26. Diagrama de flujo de producción de PBT (HITACHI).....	36
Figura 27. Imagen evolución de los trajes de baño.....	40
Figura 28. Características de los trajes de baño de poliuretano.....	43
Figura 29. Fastking 3.....	44
Figura 30. Trajes de baño Arena.....	46

Figura 31. Uniforme Futbol Americano 1879.....	48
Figura 32. Uniforme Futbol Americano 1923.....-	48
Figura 33. Uniforme Futbol Americano 1956.....	48
Figura 34. Uniforme Futbol Americano 1995.....	48
Figura 35. Uniforme Futbol Americano 2013.....	49
Figura 36. Uniforme Futbol Americano 2013.....	49
Figura 37. Equipo antiguo de inicios de Futbol Americano.....	50
Figura 38. Primeras hombreras de cuero 1890.....	51
Figura 39. Hombreras de las décadas de los años cuarenta y cincuenta.....	53
Figura 40. Byron Donzis, quien inventó un chaleco antibalas para los jugadores de fútbol, muestra hombreras hechas de aluminio de los aviones en 1985.....	53
Figura 41. Hombreras de las décadas de los años setenta.....	54
Figura 42. Muestra Hombreras de las décadas de los años ochenta y noventa.....	55
Figura 43. Casco con protector U TK2.....	58
Figura 44. Casco de policarbonato U TK29.....	59
Figura 45. Casco de con cojines de vinilo.....	59
Figura 46. Casco con cojines espumosos.....	60
Figura 47. Evolución de los Cascos.....	61
Figura 48. Casco actual características.....	64
Figura 49. Casco Actual tecnología X2.....	64
Figura 50. El equipo del New Brompton de 1894 luciendo el equipo típico de la época: un pesado jersey, pantalones por la rodilla, botas altas y pesadas, cinturón y canilleras por encima de las medias.....	67
Figura 51. Fotografía del Internazionale en 1910.....	69
Figura 52. Real Madrid 1975.....	72
Figura 53. Johan Cruyff 1974.....	73

Figura 54. P-xileno, m-xileno, o-xileno.....	81
Figura 55. Características de los tipos de xileno.....	82
Figura 56. Producción de PET a partir de monómeros.....	82
Figura 57. Proceso de esterificación.....	83
Figura 58. Esquema de esterificación y policondensación del PET.....	83
Figura 59. Diagrama de Curtido.....	89
Figura 60. Diseño de Balón de futbol en el año 1900, Balón de futbol 1900.....	92
Figura 61. Balón de futbol mundial Uruguay 1930.....	93
Figura 62. Diseño de balón 1930.....	93
Figura 63. Balón de futbol 1930.....	94
Figura 64. Balón de futbol 1938.....	94
Figura 65. Balón de futbol Mundial Francia 1938.....	95
Figura 66. Balón de futbol mundiales 1950. 1954 y 1958.....	96
Figura 67. Balón de futbol mundial 1954.....	97
Figura 68. Balón de futbol mundial 1958.....	97
Figura 69. Balón de futbol 1962.....	98
Figura 70. Balón de futbol Mundial Inglaterra 1966.....	98
Figura 71. Balón de futbol Mundial México 1970.....	100
Figura 72. Balón de futbol Mundial Alemania 1974.....	100
Figura 73. Balón de futbol Mundial Argentina 1978, Tango rosario, River Plate y Durlast.....	101
Figura 74. Balón de futbol Mundial España 1982.....	102
Figura 75. Balón de futbol Mundial México 1986.....	103
Figura 76. Balón de futbol Mundial Italia 1990.....	103
Figura 77. Balón de futbol Mundial Estados Unidos 1994.....	104
Figura 78. Balón de futbol Mundial Francia 1998.....	105



Figura 79. Balón de futbol Mundial Corea – Japón 2002.....	105
Figura 80. Balón de futbol Mundial Alemania 2006.....	106
Figura 81. Balón de futbol Mundial Sudáfrica 2010.....	108
Figura 82. Características de Balón de futbol Jabulani.....	108
Figura 83. Balones usados en las Eurocopas.....	112
Figura 84.Zapatos Foster.....	115
Figura 85.Botas de Futbol - La década de 1960.....	118
Figura 86. Sistema Predator patentado por ADIDAS.....	125
Figura 87.Diseños especiales de suelas para la práctica de fútbol en diferentes superficies de juego.....	125
Figura 88 .Tipos de taco.....	127
Figura 89.Tipos de tacos.....	127
Figura 90.Contera o refuerzo del talón.....	128
Figura 91.Almohadillas para ajuste individual de la parte posterior del pie.....	129
Figura 92. Tipos de cordajes.....	129
Figura 93. Tipos de plantillas.....	131
Figura 94. Tipos de plantilla.....	131
Figura 95. Tipos de refuerzos en diferentes zonas de la bota y de rigidez variable.....	132
Figura 96. Descripción técnica de bota de fútbol, realizado por firma comercial.....	133
Figura 97. Nike Magista Obra SG-PRO Turquesa.....	134
Figura 98. Mercurial Superfly SG-PRO Amarilla.....	134
Figura 99. Nike Hypervenom Phantom SG-Pro Naranja.....	135
Figura 100. adizero F50 TRX Y-3 Azul/Verde.....	136
Figura 101. adizero F50 FG Messi.....	137
Figura 102. Predator Instinct FG Negra/Dorada.....	137

## La química y los uniformes deportivos

Los deportes han experimentado una considerable evolución, y si hoy los deportistas baten constantemente sus propias marcas, lo anterior se debe en gran medida a que están apoyados en equipos hechos de nuevos materiales, ya que se ha dado paso para su elaboración, a compuestos químicos de simple o alta tecnología.

El ser humano, que desea alcanzar los picos más altos, la profundidad de los mares o simplemente disfrutar de un fin de semana, debe recurrir a la química, pues necesita cuerdas ligeras y resistentes, trajes protectores, botas especiales, cremas, oxígeno y gafas y de ahí es que no existan otras moléculas que hayan recibido más atención que los polímeros y elastómeros empleados en la fabricación de los diferentes artículos deportivos.<sup>1</sup>

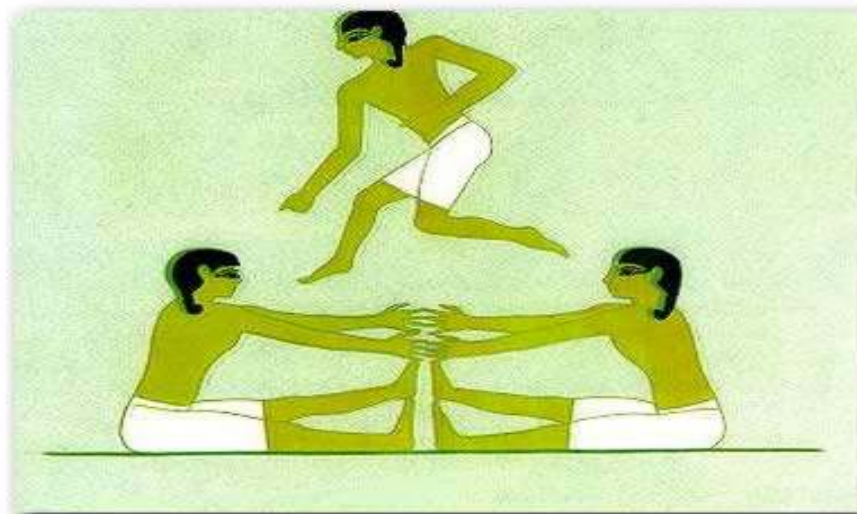
El enfoque de este trabajo será, demostrar la importancia que la química ha tenido a lo largo de los años en la fabricación de los uniformes deportivos y lo que ésta ha beneficiado al deporte y deportistas.

A través de la historia el deporte ha ido evolucionado y ha tomado un lugar importante, visto como un trabajo, diversión festiva o incluso una actividad ocasional. El origen primigenio del que se tiene registro para el término deporte, surge entre los siglos XI y XII, en un poema de Guillermo VII de Alquitania, en donde se encontró la palabra deport.

Históricamente se tiene conocimiento de que los griegos celebraban los juegos Panhelénicos, siendo éstas las competiciones típicas de la civilización bizantina; la existencia de las justas y torneos medievales, así como la práctica de los juegos de pelota precolombinos, o ciertos pasatiempos lúdicos de los ciudadanos de la era industrial, y de esta forma tratar de hacer alguna comparación entre ella y lograr similitudes entre estas prácticas, teniendo en consideración la distancia histórica que hay entre ellas, así como el contexto en las cuales estaban inmersas.

El deporte es un fenómeno social y símbolo cultural de primera magnitud, que ha caracterizado a las sociedades contemporáneas urbanas e industriales.

Se cuenta con algunos registros de las actividades realizadas desde 3000 años antes de Cristo, y solo refiere algunos deportes que éstos practicaban como: atletismo, tiro con arco, boxeo, juegos de pelota, etc.



**Figura 1.**Egipcios practicando Atletismo

Después de los antecedentes ya mencionados se hace referencia a dos grandes culturas donde el deporte ya aparece como tal, siendo estas la griega y la romana.

La Grecia se tiene que dividir en dos periodos: en los primeros años de la Grecia antigua se da más importancia a los valores de la belleza estética, bondad y sabiduría, lo que provoco un gran desarrollo en lo que se le llamó cultura del ocio, en la siguiente etapa se empieza a dar la unión entre la belleza y la fuerza, así es como los juegos empiezan a ceder su papel protagónico a los deportes que necesitan su ingenio a la par de la fuerza.<sup>2</sup>

Las competencias de la antigua Grecia comenzaron hace 2.800 años, en el 776 a.C., con la particularidad de que quienes llegaban a ver los Juegos a la Antigua Olimpia, debían llevar un animal, que luego sería sacrificado para honrar al dios Zeus.

Los primeros juegos en esa época no había deportes por equipos ni premios para los segundos puestos, las mujeres no estaban autorizadas para presenciar las competencias o para participar de ellas, los hombres competían desnudos y las infracciones se castigaban con azotes.

Cada cuatro veranos y durante mil años, la gente de cada rincón de la antigua Grecia concurría a las tierras sagradas de la Antigua Olimpia para celebrar su pasión por las competencias deportivas.<sup>3</sup>

A medida que la cita se acercaba, miles de espectadores iban llegando a Olimpia, transformando el pequeño pueblo al Oeste de Atenas, en una floreciente metrópolis. Muchos llegaban de colonias griegas que eran en principio rivales, pero que compartían una religión, una lengua y el entusiasmo por el deporte.<sup>4</sup>

Cabe decir que dichos deportes se realizaban desnudos ya que era parte de la importancia de los juegos como se mencionó anteriormente era parte del juego lucir los cuerpos estilizados de los que participaban en los juegos.



**Figura 2.** Vasija Antigua Grecia Atletismo.

En la antigua Roma, era un espectáculo como hoy en día otros deportes, las peleas de gladiadores siempre se hacían en grandes coliseos para el pueblo romano e incluso para el gusto de los antiguos senadores, emperadores, es decir, las personas que representaban mayor jerarquía en esa época.<sup>5</sup>

Así a lo largo de la historia el deporte ha tenido una gran evolución, desde los egipcios hasta los romanos, pasando por actividades de la edad media llegando a la actualidad, donde se tiene una gran competencia relacionada a una mejor tecnología y mayores ventas.

### **Evolución de los plásticos**

Como parte de la evolución del deporte el uso de elementos que cubre el cuerpo y le permiten desarrollar una mejor respuesta o tiempo de ejecución la aplicación de plásticos o derivados, es importante considerar la historia de los mismos.

Antes de crearse los polímeros, la madre naturaleza era la única y exclusiva fuente de materiales con que el hombre contaba para la realización de sus herramientas, útiles y objetos de uso cotidiano. Las propiedades que ofrecían las piedras, las maderas o los metales no satisfacían todas las demandas existentes así que, el hombre en su innato afán de investigación y búsqueda comenzó a aplicar sustancias que suplieran estas carencias y da inicio la manipulación de los polímeros naturales como: el ámbar, asta natural, la goma laca y la gutapercha, siendo éstos los precursores de los polímeros actuales.

En la naturaleza, encontramos al ámbar como una resina de coníferas que tras derramarse del árbol, endureció y atrapó en su interior a insectos o plantas que quedando incluidos en ella han llegado hasta nosotros como fieles testimonios del pasado. Avanzando en el transcurso de la historia, se tiene conocimiento de que los egipcios en el año 2000 a.C, en la época de los faraones, además de usar resinas naturales para embalsamar a sus muertos también usaban el asta natural, calentándolo para moldear figuras y recipientes. El asta natural del mismo modo tuvo sus aplicaciones en Europa durante el medievo, los trabajadores del cuerno, los asteros, realizaban objetos cotidianos con este material como: cucharas, peines o faroles. La goma Laca es un polímero natural producido por las secreciones de la hembra de chinche llamada lac, originaria de la India y el sudeste de Asia. Esta secreción endurecida se disuelve en alcohol, y se puede aplicar sobre superficies produciendo un recubrimiento brillante, impermeable y casi transparente. Por último, la gutapercha es una goma vegetal similar al caucho que se extraía por sangrado al practicar incisiones a determinados árboles que se

hallan en las Indias orientales y en Indonesia. Los indígenas la utilizan para recubrir objetos y recipientes. Dejando atrás los polímeros naturales, surgen los primeros pasos hacia estireno, componente a partir del cual más adelante, nacería el poliestireno y las resinas de poliéster. Los primeros indicios ya en el año 1786, cuando en el Diccionario de la Química Práctica y teórica escrito por William Nicholson, describe como se destila el estorax, un bálsamo obtenido del árbol *Liquambar orientalis*. Durante el siglo XIX, tuvo lugar el descubrimiento del caucho, la caseína, la ebonita y el celuloide, materiales considerados como los antecesores o padres de los plásticos modernos. En el año 1820, cuando se consiguió una masa plástica al triturar y mezclar goma cruda con una máquina ideada en Inglaterra por Thomas Hancock, el inconveniente es que la naturaleza de esta materia, no le permitía mantener una forma específica al ser extraída del molde, se deformaba y se aplastaba sobre si misma por el efecto de la fuerza de la gravedad, el aire no la secaba, una materia así no era útil. Es así que en el año de 1839, Charles Goodyear, concluye la fase originada por Hancock, pues consigue transformar de manera accidental el caucho crudo en una material resistente y elástico al vulcanizarlo con azufre. Hancock lo denominó Vulcanización, término que deriva del dios Vulcano. De esta forma nació el material con el que se realizarían los neumáticos en una industria automovilística cada vez más creciente. Asimismo, nos da a conocer quien creó la Galatita y de que materias deriva este nuevo polímero. Emil Bertiner en 1895 materializa la Galatita, producto derivado de la caseína tratada con formol, el curioso nombre procede de la voz griega compuesta por gala, leche y piedra. Literalmente leche de piedra. Otras materias se empiezan a fabricar a nivel industrial: la ebonita,

obtenida en 1851 es un producto el de caucho endurecido resultante de añadir hasta un 50% de azufre al caucho, fruto de los trabajos de experimentación llevados a cabo por Hancock y Goodyear. Nelson Goodyear posteriormente patentó el proceso. Alexander Parkes nació en Birmingham, Inglaterra el año 1813; era el cuarto de ocho hermanos, trabajó como aprendiz en la fundición de Bronce de Samuel S. Messengers & Son, pero no tardó mucho en inclinar su atención al proceso de fundición y galvanizado en bronce; cuando se fue a trabajar con George y Henry Elkington en Elkington, Mason & Co, como gerente del departamento de fundiciones. Aquí fue donde desarrolló su capacidad inventiva; su primera patente de un total de 80, fue la galvanización en piezas delicadas como flores y adornos. Aunque Alexander Parkes no tuvo una formación específica en física o química; su gran curiosidad científica lo llevó a experimentar con gomas naturales, en un momento en el cual se daban grandes pasos con el descubrimiento hecho por Charles Goodyear de la vulcanización. Parkes buscaba sustancias que pudieran dar resultados similares a los de la goma. En 1862 durante la Exhibición Internacional de Londres, Parkes presentó un nuevo material basado en el nitrato de celulosa; este nuevo material el cual denominó "Parkesina" ganó la medalla de Plata de esta exhibición y a partir de aquí a Parkes se le conoce como "the first man-made plastic"; debido a que este nuevo material inspiró el resto de los plásticos que hoy en día conocemos.

La "Parkesina" es un material orgánico que Parkes descubrió alrededor del año 1850 cuando experimentaba mezclando el nitrato de Celulosa (nitrocelulosa) con alcanfor; el material obtenido formaba una sustancia transparente, dura pero



flexible, que podía ser calentada y moldeada manteniendo su forma al enfriarse (propiedades plásticas). A diferencia del caucho (vulcanita) la parkesina podía ser transparente o coloreada, así como darle formas con grabados.

Después de la Exhibición de Londres, Parkes fundó la “Parkesine Company” en Hackney Wick; pero la misma quebró dos años después por altos costos de producción.

Parkes se había asociado con Daniel Spill al año de haber formado la “Parkesine Company”; Daniel Spill, luego de la quiebra de la compañía comenzó a comercializar un producto similar a la parkesina bajo el nombre de Xylonita, derivada del griego Xylon que significa bosque-selva (posiblemente por su imitación a la madera), se ofrecía para hacer mangos de cuchillos, imitación de joyería de coral, así como material aislante eléctrico, entre otras cosas.

Aunque no está muy bien documentado, nuevamente hay una historia de un exitoso accidente. Se dice que Wesley accidentalmente se cortó un dedo y cuando fue a buscar un vendaje, se le derramaron los líquidos nitrocelulosa y alcanfor (parkesina) con alcohol, al secarse formó una fina capa que tenía la propiedad de ser pegajosa, resistente pero maleable; al observarla, Wesley se percató de que este nuevo compuesto pegaría mejor su mezcla de papel y aserrín, descartando así la cola. De este modo se descubrió el celuloide. En 1868 John Wesley Hyatt adquiría la patente británica del Dr. Parkers de la “parkesina”, el cual se mostraría satisfecho de vender los derechos de la patente de una novedad que había intentado comercializar sin éxito. Si bien Hyatt no ganó el premio, por el pequeño

detalle de que el nitrato de celulosa hacía que de vez en cuando, ¡las bolas de billar estallaran al chocar! pero su producto, patentado con el nombre de celuloide en 1873, se utilizó para fabricar diferentes objetos, desde placas dentales a cuellos de camisa. El celuloide tuvo un notable éxito comercial a pesar de ser inflamable y de su deterioro al exponerlo a la luz. Luminiere Una de las primeras aplicaciones del Celuloide se le ocurrió a Hannibal Williston Goodwin en 1887 cuando utilizó el material como soporte para películas fotográficas, con lo que revolucionó el campo de la fotografía y abrió el camino para el nacimiento del cine. Los otros usos típicos del Celuloide los encontramos en artículos sanitarios, objetos de casa, en imitaciones del Marfil y Coral y pelotas de Ping Pong. Aunque el Celuloide no tiene aplicación en los empaque, fue fuente de inspiración al desarrollo de los polímeros sintéticos. En estos momentos entra en escena un material que supondría la revolución en el mundo de los polímeros y el primero de la enorme cantidad de nuevos plásticos que aparecerían posteriormente, como la creación del primer plástico sintético termoestable a manos del químico Leo Baekeland, quien creó la baquelita, el primer polímero completamente sintético, fabricado por primera vez en 1909. Recibió su nombre derivado de su inventor, el químico estadounidense Leo Baekeland. La baquelita es una resina de fenolformaldehído obtenido de la combinación del fenol (ácido fénico) y el gas formaldehído en presencia de un catalizador; si se permite a la reacción llegar a su término, se obtiene una sustancia bituminosa marrón oscura de escaso valor aparente. Pero Baekeland descubrió, al controlar la reacción y detenerla antes de su término, un material fluido y susceptible de ser vertido en moldes.

Con este material se fabricaron carcasas de teléfonos y de radios, artículos de escritorio, ceniceros, etc. Se avecina una nueva era al saber que ya se podían obtener nuevos plásticos a partir de la química y que eran capaces de imitar y superar las prestaciones de los plásticos naturales, que ya evidentemente, quedaron obsoletos; todo esto sucede en una fase en que tenía lugar la industrialización y el crecimiento de la comercialización de algunos polímeros como el acetato o las resinas urea-formaldehído con las cuales se podían elaborar objetos transparentes. La creciente demanda por parte de una sociedad cada vez más consumista sigue estimulando la producción masiva de objetos de plástico. Más avances se suceden, otro momento clave en la historia de los plásticos tuvo lugar en 1915 cuando se descubre la formación de polímeros por el encadenamiento molecular de dos o más monómeros de diferente naturaleza, lo que recibió el nombre de copolimerización. Esto supuso la creación de una mayor variedad de plásticos que se adecuarían a una cada vez más amplia gama de fines. Llegados a 1930, durante esa década, se consigue el desarrollo industrial de los polímeros más importantes de nuestra actualidad como el poliestireno, las poliolefinas y el poli(metacrilato de metilo). Sobre todo porque de 1930 a 1935 nació la técnica de los termoplásticos. Lo que permitió desarrollar una noción más amplia acerca de las diversas herramientas y procedimientos de trabajo para tratar estos nuevos materiales. Asimismo en esta misma década la investigación con el poliéster gira entorno a su aplicación como pinturas y barnices y además surgirán lo que en el futuro puso un refuerzo muy utilizado en conjunción sinérgica con las resinas de poliéster conformando así, los llamados plásticos reforzados, empiezan a producirse en escala industrial las primeras partidas de fibras de vidrio de

pequeño diámetro, aptas para ser tejidas, como resultado de las intensas investigaciones iniciadas algunos años antes por la Owens-Illinois Glass Co. en Estados Unidos, seguida pronto por Modigliani en Italia, la Saint-Gobain en Francia y otros en Alemania, Inglaterra, etc.. En 1936 se lanzó al mercado el poli metacrilato de metilo, que es un vidrio orgánico, transparente, ligero y fácil de moldear, su nombre comercial es Plexiglás (Es un polímero termoplástico, ósea se ablanda al entrar en contacto con el calor, puede ser moldeado con facilidad, y al enfriarse vuelve a su estado original, por lo que se solidifica. Su polímero se obtiene por adición, pues al formarse la cadena los monómeros se unen sin perder ningún átomo.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}=\text{C}-\text{COOCH}_3$   $-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}-$  metilpropenoato de metilo (metacrilato de metilo)(monómero)  $\text{COOCH}_3\text{COOCH}_3$  pmm (polímero)). Durante la segunda guerra mundial, se empleó para fabricar ventanillas de aviones. Un año después un hecho muy importante que atañe al desarrollo de las resinas de poliéster. Carleton Ellis, en 1937, también estimuló un mayor interés por la resina, al descubrir que con la adición de monómeros insaturados a poliésteres insaturados se reducía considerablemente el tiempo de reticulación y polimerización. Ellis es considerado como el padre de los poliésteres insaturados. Años más tarde se utilizaron las resinas de contacto que serán las iniciadoras del empleo de materiales compuestos realizados con resinas de poliéster y que no necesitan presión externa.

Cabe destacar que a la vez se siguen descubriendo nuevos polímeros como las poliamidas cuyo nombre comercial es el Nylon, descubierto en 1928 por Carothers y el equipo que dirigía trabajando en la Compañía DuPont; el politetrafluoretileno

cuyo nombre comercial es Teflón, nació casualmente gracias a Roy S. Plunkett cuando trabajaba para la DuPont en 1938, este material se caracteriza por soportar temperaturas de hasta 300°C. También se siguieron estableciendo las bases sobre las que nacieron otros nuevos, todo esto a un ritmo cada vez más frenético.

### **Avances técnicos en la investigación y desarrollo de polímeros.**

Durante este periodo se produce un vertiginoso crecimiento del empleo de algunos polímeros para poder sustituir a otros materiales de difícil adquisición; Durante la Segunda Guerra Mundial, las tropas japonesas se unieron con los territorios de las Indias Orientales, dejando sin caucho natural a los E.E.U.U., debido a esto se descubrieron los elastómeros sintéticos para suplir esa falta de materiales, nace el neopreno para fabricar neumáticos de aviones y vehículos militares. Las aplicaciones militares también disparan el uso de los plásticos reforzados formados por poliésteres insaturados y fibra de vidrio así como los hilos de Nylon que se emplean para paracaídas.

Nace entonces una industria que será la de mayor producción mundial y continúan surgiendo y aplicándose nuevos polímeros como: el polipropileno, la Empresa Bayer de origen alemán descubre los poliuretanos, la Dow Corning y la compañía General Electric, desarrollan las aplicaciones de las siliconas, las resinas epoxidas se empleaban como adhesivos con el nombre de Araldit.

Desde 1945 los estudios se encauzan hacia mejorar las cualidades de estos materiales y para promover el conocimiento científico y técnico de los plásticos, se crean sociedades como la SPE (Society of Plastics Engineers) en 1942.

A partir de la segunda mitad del siglo XX destacamos que las investigaciones se centran en el descubrimiento de nuevos modos de síntesis de polímeros, los ingenieros de materiales potencian las características de los polímeros ya existentes, nacen otros que pueden considerarse como derivados de los que ya se conocen, un ejemplo claro se sucede en 1951 cuando los laboratorios de la Basf A.G. en Alemania, hallan el modo de producir espuma rígida al calentar el poliestireno dentro de un horno que contiene un agente de espumación, desarrollando el poliestireno expandible, la empresa Basf lo patenta, en 1971 cuando las fibras de aramida son creadas y comercializadas por la Dupont, con el nombre de Kevlar . Durante la década de los cincuenta, Karl Ziegler y Giulio Natta realizan estudios e investigaciones sobre catalizadores metalocénicos, trabajo que culminó con el Premio Nóbel de la Química que recibieron ambos en 1963. No obstante antes de esta fecha, en 1953, Ziegler había creado un nuevo polímero, el polietileno; un año más tarde su compañero italiano Giulio Natta descubre el polipropileno. Durante estos años, estos nuevos materiales ya no solo competirán entre sí, sino que del mismo modo también lo hacían con los tradicionales como pueden ser las maderas o los metales, así tenemos el caso del plástico reforzado a base de una matriz resinosa de poliéster y refuerzo de fibra de vidrio, que compiten con el aluminio por su ligereza y rigidez y que crean la base para la construcción de elementos estancos fabricados de una sola pieza con una

resistencia, flexibilidad y ligereza muy superiores. En 1973 el desarrollo de los plásticos sufre un colapso debido a la crisis energética provocada por los países árabes que embargaron el petróleo a aquellos que apoyaron a Israel en la guerra de Yom Kippur, como a los Estados Unidos y a Holanda, lo que derivó en una desestabilización total de la economía mundial y el encarecimiento de los plásticos pues las materias primas para su elaboración, se obtienen a partir del oro negro.

La era de los superpolímeros nace a partir de los años 70, con el advenimiento de multitud de descubrimientos científicos y tecnológicos debido al mayor número de científicos que operan en este ámbito, así como las herramientas tan avanzadas con que cuentan. Los adelantos de los científicos así como las empresas productoras de polímeros en EE.UU como la Dow Chemical, Hitachi, Du Pont, Unión Carbide New Kadel, Allied Corp, Allied Chemical, la Mitsubishi Chemical, la NASA, los laboratorios de fuerzas aéreas y otras tantas de todo el mundo, fomentan la investigación sobre nuevos polímeros para mezclar o alear algunos inmiscibles entre sí. Los programas de Investigación y desarrollo crean constantemente nuevos materiales. Se perfeccionan las maquinarias y los medios productivos para los plásticos, se suceden avances en cuanto a los plásticos reforzados y materiales reforzados “composites”, se descubren nuevos tipos de aditivos para polímeros y los que han nacido recientemente tienen sus propiedades aún más potenciadas como la aplicación a temperaturas más elevadas, resistencia al dañado por el uso, con mayores resistencias mecánicas y módulos elásticos, así como más resistencia a los agentes químicos y a la corrosión. Son polímeros específicos para aplicaciones aeroespaciales.

La firma DuPont ha presentado dos resinas de poliimida, denominadas AVAMID-K y AVAMID-N, que constituyen unas excelentes matrices termoplásticas con elevadas resistencias mecánicas a elevadas temperaturas, presentando buena resistencia al daño por el uso. Se comienzan a emplear, preferentemente, en aplicaciones aeroespaciales y militares.

La ciencia de los plásticos se interna en otras áreas: se estudian la modificación superficial de los nuevos polímeros para favorecer la biocompatibilidad con el cuerpo humano, surgen los biopolímeros como los producidos por fermentación bacteriana como el polihidroxibutirato (PHB), producido por fermentación bacteriana del *Alcaligenes eutrophus*. Aparecen en escena los polímeros conductores, polímeros termocromáticos, se investigan polímeros piezoeléctricos, polímeros cristalinos líquidos, materiales reforzados trenzados. Nacen nuevas fibras y filamentos a partir de una gran variedad de polímeros, por ejemplo, la fibra denominada Spectra-900 de la Allied Chemical, una fibra a base de polietileno desarrollada entre los años 1985 y 90, es más ligera, resistente y con adhesividad mejorada. Utilizadas para protección balística y recipientes bajo fuertes presiones. Emergen elastómeros híbridos constituidos por gomas naturales y por gomas sintéticas o polímeros sintetizados para reproducir las mejores propiedades de las gomas sintéticas. Los polímeros se mezclan con otros materiales de diferente naturaleza: los cementos plásticos son cementos ordinarios con una pequeña cantidad de agua y de polímero. Los plásticos han penetrado en la sociedad y hoy en día son cruciales pues han contribuido a facilitar nuestro modo de vida, la variedad de polímeros que están presentes en el mercado es muy grande, con lo



cual se generan tantos residuos que en 1988 el Bottle Institute de la Society of the Plastics Industry, crea un Systema de códigos para identificar los recipientes de plástico. Cada código tiene un número dentro de un símbolo triangular y una abreviatura debajo a fin de identificarlos correctamente para un eventual reciclaje.<sup>6</sup>

## **Capítulo 1**

### **Natación.**

#### **Historia de la Natación.**

El origen de la natación es ancestral y se tiene prueba de ello a través del estudio de las más antiguas civilizaciones. El dominio de la natación, del agua, forma parte de la adaptación humana desde que los primeros homínidos que se transformaron en bípedos y dominaran la superficie terrestre.

Ya entre los egipcios el arte de nadar era uno de los aspectos más elementales de la educación pública, así como el conocimiento de los beneficios terapéuticos del agua, lo cual quedó reflejado en algunos jeroglíficos que datan del 2500 a.C. En Grecia y Roma antiguas se nadaba como parte del entrenamiento militar, incluso el saber nadar proporcionaba una cierta distinción social ya que cuando se quería llamar inculto o analfabeto a alguien se le decía que, no sabe ni nadar, ni leer. Pero saber nadar como táctica militar no se limita a las antiguas Grecia y Roma, sino que se conservó hasta las épocas actuales, pues es conocido que durante la Segunda Guerra Mundial se desarrollaron técnicas de enseñanza para las tropas combatientes.

Se tienen indicios de que fueron los japoneses quienes primero celebraron pruebas anuales de natación en sentido competitivo, en tiempos del emperador Sugu en el año 38 a.C.

Los fenicios, grandes navegantes y comerciantes, formaban equipos de nadadores para sus viajes en el caso de naufragios con el fin de rescatar mercancías y pasajeros. Estos equipos también tenían la función de mantener libre de obstáculos los accesos portuarios para permitir la entrada de los barcos a los puertos. Otros pueblos, como los egipcios, etruscos, romanos y griegos, nos han dejado una buena prueba de lo que significaba para ellos el agua en diversas construcciones de piscinas artificiales. Sin embargo, el auge de esta actividad física decayó en la Edad Media, particularmente en Europa, cuando introducirse en el agua era relacionado con las enfermedades epidémicas que entonces azotaban. Pero esto cambió a partir del siglo XIX, y desde entonces la natación ha venido a ser una de las mejores actividades físicas, además de servir como terapia y método de supervivencia.

En la era moderna, la natación de competición se instituyó en Gran Bretaña a finales del siglo XVIII.

A pesar de que en la antigua Grecia la natación ya se practicaba, hecho que quedó reflejado en escritos clásicos como la *Ilíada* o *La Odisea*, además de en multitud de utensilios de barro, este deporte nunca formó parte de los Juegos Olímpicos antiguos.

Es importante mencionar que la competición femenina se incluyó por primera vez en los Juegos Olímpicos de 1912. Aparte de las Olimpiadas, las competiciones internacionales en Europa han estado patrocinadas por clubs de aficionados a la natación desde finales del siglo XIX. Sin embargo, hasta la década de 1920 estas competiciones no quedaron definidas sobre una base estable y regular. Gran Bretaña había creado algunas competiciones entre las naciones del Imperio Británico antes de 1910. Los primeros juegos oficiales del Imperio Británico, en los que la natación fue un componente importante, se celebraron en Canadá en 1930. La natación juega ahora un papel fundamental en varias otras competiciones internacionales, siendo las más destacadas los Juegos Panamericanos y las competiciones Asiáticas y Mediterráneas.

Los Campeonatos del Mundo se celebraron por primera vez en 1973 y tienen lugar cada cuatro años. Los Campeonatos de Europa se celebraron por primera vez en Budapest en 1926; hubo cinco competiciones entre 1927 y 1947; de 1950 a 1974 se hicieron a intervalos de cuatro años y desde 1981 tienen lugar cada dos. Hubo una Copa del Mundo en 1979, cuando los Estados Unidos ganaron tanto en la competición masculina como en la femenina. La Copa de Europa se celebró por primera vez en 1969 y desde entonces tiene lugar cada dos años.<sup>7</sup>

### **La evolución de los trajes de baño.**

La natación es un deporte en el que la competición se centra sobre todo en el tiempo. Es por eso que en las últimas décadas los nadadores se han concentrado en el único propósito de batir récords.<sup>8</sup>

La compañía Speedo fue fundada en 1914. En respuesta a la creciente cultura de playa que por aquel entonces se estaba generando en Australia, MacRae pronto expandió sus operaciones incluyendo ropa de baño y cambiando el nombre de la compañía por el de MacRae Knitting Mills.

Durante los años veinte el mercado de la ropa de baño creció rápidamente, gracias a la aceptación de la natación como un deporte y a una actitud más liberal hacia los baños mixtos. En 1928 MacRae lanza el clásico 'Racerback', un traje de baño ceñido al cuerpo que permite mayor libertad de movimientos, permitiendo a quien lo lleva nadar más deprisa.<sup>9</sup> Este traje de baño estaba hecho de jersey, La tela de algodón Jersey suele ser ligera y cómoda. La tela se extiende fácilmente y es por lo general muy suave. El algodón Jersey viene en una variedad de colores, y está ampliamente disponible en las tiendas de tela. Puede estar hecha de 100% algodón, o con una mezcla de algodón y materiales sintéticos.<sup>10</sup> Este material tiene las características algodón y sus mezclas, elástico, liviano, con dos caras diferentes. Su principal característica que lo hace inconfundible, es su aspecto retorcido. Esta retorsión es más pronunciada cuanto mayor es el grado de madurez de la fibra. La composición química de la fibra es celulosa pura, agua de composición, materias nitrogenadas, grasa y ceras, materias minerales.

Como podemos comprobar, la materia predominante en el algodón es la celulosa pura, que se presenta en forma de moléculas más o menos orientadas. De aquí proviene el nombre de materia celulosa un biopolímero compuesto exclusivamente de moléculas de  $\beta$ -glucosa, pues es un homopolisacárido. La celulosa es la biomolécula orgánica más abundante ya que forma la mayor parte

de la biomasa terrestre, fórmula:  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , que reciben el nombre de fibras vegetales. Las restantes fibras vegetales están también formadas por celulosa, pero impurificadas por las materias pécticas procedentes de los organismos de las que se extraen (tallos y hojas).<sup>11</sup>

En 1932 en los Juegos Olímpicos de Los Ángeles, con un traje de baño Speedo que generó polémica por enseñar demasiado hombro. Cuatro años después, los Juegos Olímpicos de Berlín presenciaron al equipo australiano de natación ataviado con trajes de baño Speedo, incluyendo un atrevido diseño de bermudas que dejaban el pecho al descubierto. La Segunda Guerra Mundial vio a la marca dedicar un 90% de su capacidad a proporcionar equipamiento vital a las fuerzas armadas.

Después de la guerra, Speedo pronto restableció su actividad, incluso abriendo una nueva fábrica para responder a la mayor demanda de trajes de baño, impulsada y encabezada por el bikini. Los trajes de baño de dos piezas para mujeres habían aparecido por primera vez justo antes de la guerra.

Speedo es la primera compañía en comenzar a producir trajes de baño hechos con Nylon y Elastano, que todavía hoy sigue siendo el más popular de los tejidos para traje de baño.

El Nylon Es una fibra química textil sintética, obtenida a partir de derivados de productos petrolíferos y aceites, que generan un monofilamento continuo, resistente y ligero con el que se fabrican los tejidos. Una poliamida es un tipo de polímero que contiene enlaces de tipo amida. Las poliamidas se pueden encontrar

en la naturaleza, como la lana o la seda, y también ser sintéticas, como el Nylon o el Kevlar. La poliamida más conocida es el nylon, un sólido opaco, blanco, que puede presentarse de diferentes formas aunque los dos más conocidos son la rígida y la fibra. Es duro y resiste tanto al rozamiento y al desgaste como a los agentes químicos.

Se necesitaron muchos años para elaborar las primeras soluciones de hilatura y diseñar los equipos que las pudieran convertir en filamentos, para llegar a convertirlas en fibra y que sean capaces de pasar a través de los orificios de una tobera de la que saldrán en forma de filamento continuo que pueda ser cortado es necesario que sufran unas transformaciones químicas, en este caso es policondensación.

En el caso de la poliamida se obtiene por fusión, y los filamentos se solidifican por simple enfriamiento. A la salida de la tobera, nos encontramos con unos filamentos muy tenues.

La textura de las telas y proporciona variaciones interesantes en el tejido. Hay modificaciones después de la hilatura, el cable del filamento se puede cortar a cualquier longitud, casi siempre se estira en frío, para mejorar su resistencia.<sup>12</sup>

Los nylons son unos de los polímeros más comunes usados como fibra. En todo momento encontramos nylon en nuestra ropa, pero también en otros lugares, en forma de termoplástico.

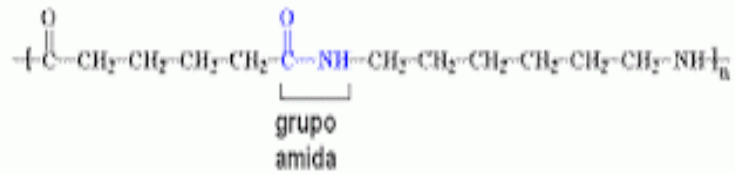


Figura 3. Formula química de Nylon

Estos grupos amida son muy polares y pueden unirse entre sí mediante enlaces por puente de hidrógeno. Debido a esto y a que la cadena de nylon es tan regular y simétrica, los nylons son a menudo cristalinos, y forman excelentes fibras.



Figura 4. Formula química de Nylon 6-6

El nylon se llama nylon 6.6, porque cada unidad repetitiva de la cadena polimérica, tiene dos extensiones de átomos de carbono, cada una con una longitud de seis átomos de carbono. Los nylons se pueden sintetizar a partir de las diaminas y los cloruros de diácido. a.

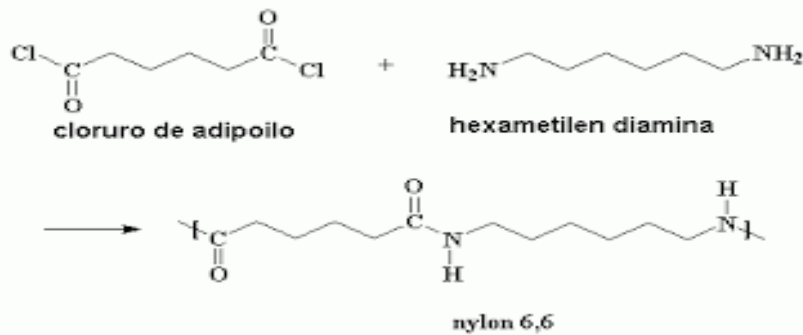


Figura 5. Obtención de Nylon 6-6 en laboratorio

Ésta es una forma de hacer nylon 6.6 en el laboratorio. Pero en una planta industrial de nylon, se lo fabrica generalmente haciendo reaccionar el ácido adípico con la hexametilén diamina.

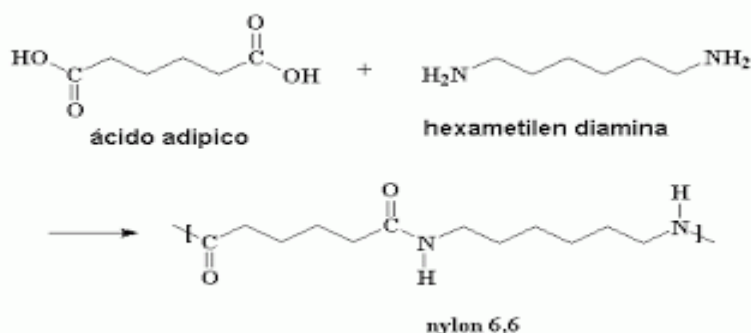


Figura 6. Obtención de Nylon 6-6 en la industria

Otra clase de nylon es el nylon 6. Es muy parecido al nylon 6.6, excepto que tiene sólo un tipo de cadena carbonada, de seis átomos de largo.

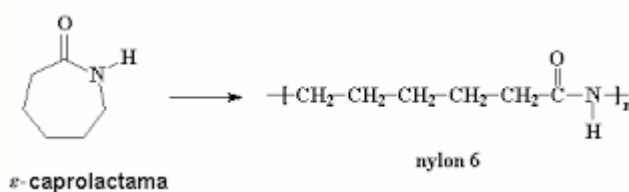


Figura 7. Obtención de Nylon 6

Se hace a partir del monómero caprolactama, por medio de una polimerización por apertura de anillo. Haga clic aquí para descubrir más sobre este tipo de polimerización. El nylon 6 no se comporta de manera diferente al nylon 6.6. La única razón por la que se fabrican los dos tipos, es porque DuPont patentó el nylon 6.6 y otras compañías tuvieron que inventar el nylon 6 para poder entrar en el negocio del nylon.



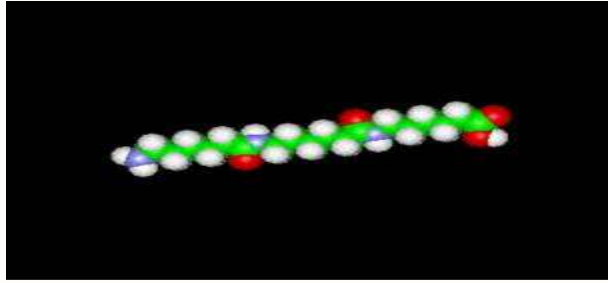


Figura 8. Nylon 6

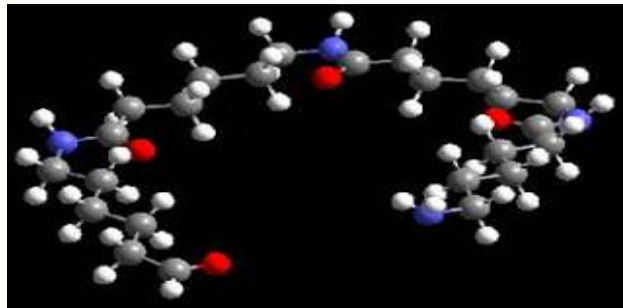


Figura 9. Nylon 6,6

Obtención de materias primas, es por la hidrogenación catalítica de nitrilos y dinitrilos es uno de los métodos industriales más utilizados para la síntesis de una gran variedad de aminas. De entre estos procesos cabe destacar la hidrogenación del 1,6-hexanodinitrilo (adiponitrilo) para obtener 1,6-hexanodiamina (utilizada como comonómero en la fabricación del Nylon-6,6) y para obtener 6-aminohexanonitrilo que sirve para obtener la caprolactama, (utilizada en la fabricación del Nylon-6). El interés de estos procesos a nivel industrial queda claramente confirmado por el gran número de patentes registradas de ámbito mundial en los últimos años y todas ellas pertenecientes a grandes industrias químicas como BASF, Rhodia, Du Pont, DSM, etc.

El nylon 6 se obtiene a partir de una sola clase de monómero, llamado caprolactama.

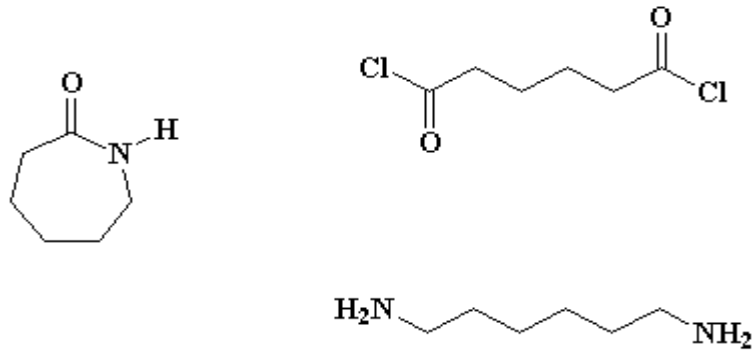


Figura 10. Caprolactama, Cloruro adipoil, Hexametildiamina.

El nylon 6 se obtiene calentando caprolactama a unos 250° C en presencia de aproximadamente 5-10% de agua. El oxígeno del carbonilo toma uno de los átomos de hidrógeno del agua.

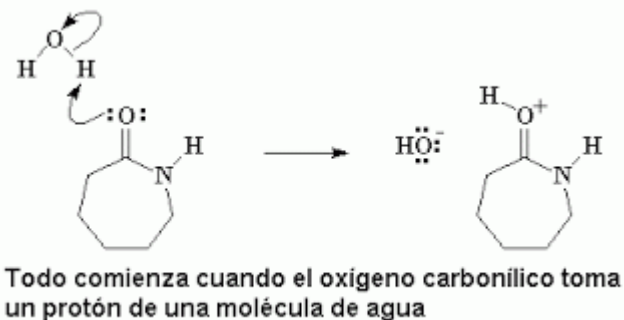


Figura 11. Adición de Agua a Caprolactama, pasando a de ácido carboxílico a carbocation.

El oxígeno del carbonilo cede un par de electrones al átomo de hidrógeno del agua, robándole ese hidrógeno al agua. Esto nos conduce a un carbonilo protonado y a un grupo hidroxilo libre. Pero primero, recordemos que ese oxígeno del carbonilo ahora tiene una carga positiva. Lo cual desestabiliza al oxígeno, de modo que toma un par de electrones del doble enlace del carbonilo, dejando la carga positiva sobre el átomo de carbono del carbonilo.

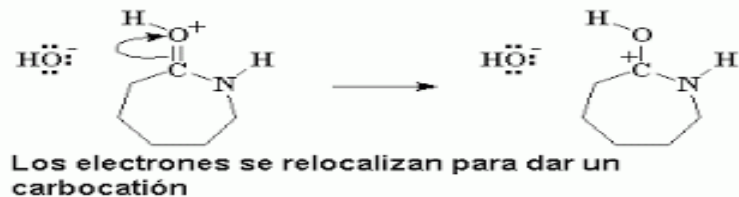


Figura 12. Relocalización de cabocaciones

Pero los carbocationes no son estables. El carbocatión atrae a los nucleófilos con el fin de compensar la carga negativa. Es entonces que, el ión hidróxido que se había formado cuando la caprolactama le robó un protón a una molécula de agua, ataca al carbocatión.

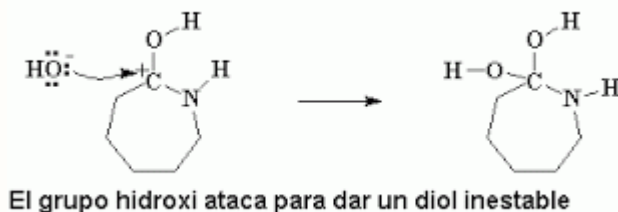
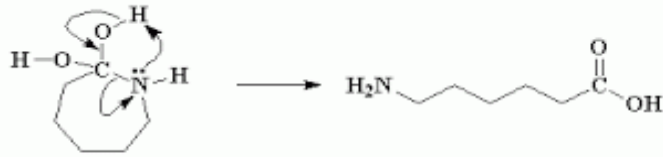


Figura 13. Ataque de grupo hidroxilo dando diol inestable.

La molécula que se forma ahora es un gem diol inestable. Es decir que a continuación se produce un reordenamiento de electrones. El átomo de nitrógeno dona un par de electrones a un átomo de hidrógeno de uno de los grupos hidroxilo tomándolo para sí. Los electrones que compartía el hidrógeno con su oxígeno, pasan a formar un doble enlace entre el oxígeno y el átomo de carbono. Y por último, los electrones compartidos por el carbono y el nitrógeno se mudan hacia el nitrógeno, rompiendo el enlace carbono-nitrógeno.



Le relocalización de los electrones genera la ruptura de la estructura cíclica y forma un aminoácido lineal

Figura 14. La relocalización de los electrones genera la ruptura de la estructura cíclica y forma un aminoácido lineal.

El anillo se rompió y no hay más caprolactama. Ahora nos quedamos con un aminoácido lineal. Ese aminoácido lineal puede reaccionar con otra molécula de caprolactama, de forma muy parecida a como hizo el agua. La molécula de caprolactama se apoderará del hidrógeno ácido del aminoácido lineal. El oxígeno del carbonilo dona un par de electrones a ese hidrógeno, separándolo del aminoácido.

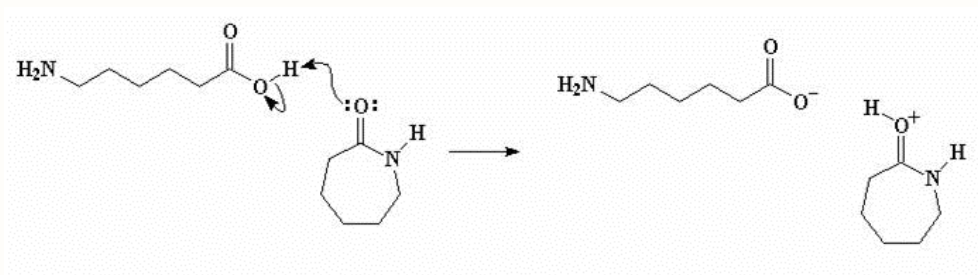
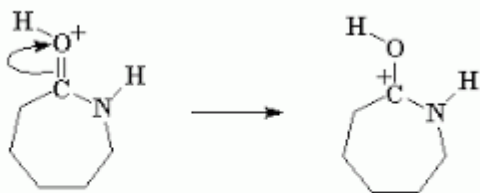


Figura 15. Reordenamiento de los electrones para formar el carbocación.

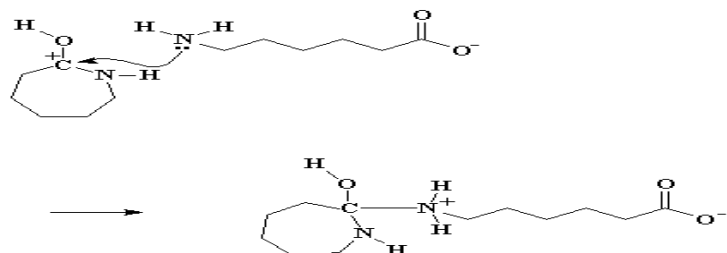
Tal como se esperaba, los electrones se reordenan para formar el carbocación, igual que antes:



La deslocalización del electrón del doble enlace genera un carbocatión susceptible de un ataque de un nucleófilo

Figura 16. La deslocalización del electrón del doble enlace genera un carbocatión susceptible de un ataque de un nucleófilo.

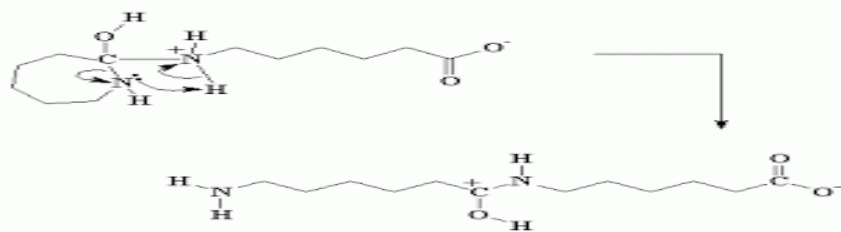
Este carbocatión es susceptible al ataque de un nucleófilo. En este caso el aminoácido que acaba de perder su hidrógeno ácido reacciona con el carbocatión.



El aminoácido lineal ataca y da este compuesto de amonio

Figura 17. El aminoácido lineal ataca y da este compuesto de amonio.

Esto nos da un derivado de amonio y éste en particular es sumamente inestable. Por lo tanto los electrones hacen su parte. El nitrógeno del anillo toma un hidrógeno del nitrógeno del amonio. Además, el enlace entre el carbono y el nitrógeno se rompe, abriendo el anillo.



Otra deslocalización de los electrones abre el anillo del monómero formándose una molécula lineal

Figura 18. Otra deslocalización de los electrones abre el anillo del monómero formándose una molécula lineal.

Ese grupo carboxilato en el extremo de la molécula va a robar el hidrógeno del alcohol.



Figura 19. El oxígeno del carboxilato pierde un hidrógeno formándose un dímero completo. Esto origina un nuevo grupo carbonilo en la mitad de la molécula y regenera el ácido carboxílico. (Un pequeño secreto: nadie sabe realmente el orden de los dos últimos pasos. Podrían ocurrir en sentido inverso. Sólo sabemos que los dos ocurren antes de que termine todo.) Es una polimerización por crecimiento de cadena. Ahora que tenemos otra vez el ácido, es seguro que reaccionará con otra molécula de caprolactama, y luego con otra y otra, hasta que obtengamos largas cadenas de nylon 6.<sup>13</sup>

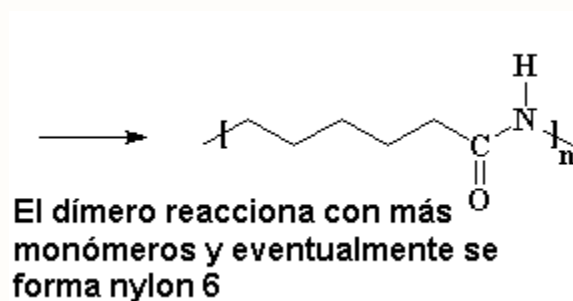


Figura 20. E dímero reacciona con más monómeros y eventualmente se forma nylon 6. Una gran variedad de materias primas se utilizan para producir fibras spandex. Esto incluye prepolímeros que producen la columna vertebral de la fibra,

estabilizantes que protegen la integridad del polímero, y colorantes. Dos tipos de prepolímeros se hacen reaccionar para producir el polímero de la fibra spandex. Uno de ellos es un macroglicol flexible, mientras que el otro es un diisocianato rígido. El macroglicol puede ser un poliéster, poliéter, policarbonato, policaprolactona o alguna combinación de estos. Estos son polímeros de cadena larga, que tienen grupos hidroxilo (-OH) en ambos extremos. La característica importante de estas moléculas es que son largas y flexibles. Esta parte de la fibra de spandex es responsable de su característica de estiramiento. El otro prepolímero que se utilice para producir spandex es un diisocianato polimérico. Este es un polímero de cadena más corta, que tiene un grupo isocianato (-NCO) en ambos extremos. La característica principal de esta molécula es su rigidez. En la fibra, esta molécula proporciona fuerza. La estructura química del spandex es aproximadamente la siguiente:

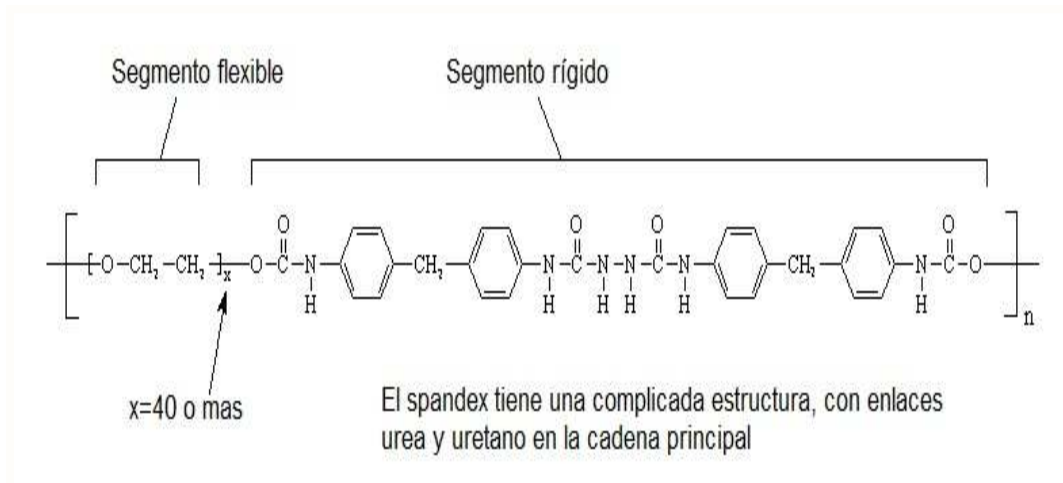


Figura 21. Estructura química del spandex.

Tiene enlaces urea y uretano en su cadena. Lo que le confiere al spandex sus características especiales, es el hecho de que en su estructura tiene bloques rígidos y flexibles. La cadena polimérica corta de un políglicol, de generalmente

cerca de cuarenta unidades de longitud, es flexible y parecida al caucho. El resto de la unidad de repetición, es decir el estiramiento con los enlaces uretano, los enlaces urea y los grupos aromáticos, es extremadamente rígido. Esta sección es tan fuerte que las secciones rígidas de diversas cadenas se agrupan y se alinean para formar fibras. Los dominios fibrosos formados por los bloques rígidos están unidos entre sí por las secciones flexibles parecidas al caucho. El resultado es una fibra que actúa como elastómero. Esto permite que logremos una tela capaz de estirarse, ideal para la ropa de gimnasia y similares. Cuando los dos tipos de prepolímeros se mezclan entre sí, interactúan para formar las fibras de spandex. En esta reacción, los grupos hidroxilo (-OH) en el macroglicol reaccionan con los isocianatos. Cada molécula se añade al final de otra molécula, y se forma un polímero de cadena larga. Esto se conoce como una polimerización por crecimiento en etapas o de adición. Para iniciar esta reacción, debe ser utilizado un catalizador tal como diazobis(2.2.2)octano. Otras aminas de bajo peso molecular se añaden para controlar el peso molecular de las fibras. Las fibras de spandex son vulnerables al daño de una variedad de fuentes, incluyendo calor, la luz, contaminantes atmosféricos y cloro. Por esta razón, se añaden estabilizantes para proteger las fibras. Los antioxidantes son un tipo de estabilizador.

El spandex se utiliza para la confección de ropa y prendas de vestir donde la elasticidad es deseable, generalmente para comodidad y ajuste, tales como: ropa deportiva, cinturones, cintas de sujetador, traje de baño competitivo, pantalones cortos de ciclista, cinturones de baile usado por los bailarines masculinos y otros, guantes, calcetería, polainas, artículos ortopédicos, pantalones de esquí, jeans



ajustados, pantalones, minifaldas, ropa interior, prendas de compresión tales como corsetería y trajes de captura de movimiento, prendas con forma tales como copas del sujetador entre tantos otros usos. Para la ropa, el spandex generalmente se mezcla con algodón o poliéster, y representa un pequeño porcentaje de la tela final, por lo tanto, el tejido final conserva la mayor parte de la apariencia de las otras fibras. Es de poco uso en ropa de hombre, pero frecuente en el de las mujeres. <sup>14</sup>



Figura 22. Short (95% Algodón y 5% elastano)



Figura 23. Playera surf (88% Algodón y 12% elastano)

Para 1992 lanza el tejido S2000, disminuyendo un 15% la resistencia a la hora de nadar con respecto a los tejidos convencionales para trajes de baño. En los Juegos Olímpicos de Barcelona un 53% de los nadadores que obtuvieron medalla compitieron con bañadores hechos de este material.

Se lanza en 1994 Endurance, el primer tejido conocido resistente al cloro, La tela se compone de una mezcla única de 60% de poliéster y 40% PBT, para un mejor estiramiento y comodidad.

Para el caso específico de poliésteres, el tiempo transcurrido entre la adición de los agentes promotores de polimerización y el inicio de la gelatinización es conocido como tiempo de gel, tiempo de gelatinización o "gel-time. Una vez ocurrida la gelatinización el curado prosigue con gran desprendimiento de calor (reacción exotérmica) hasta que la resina presenta, después del enfriamiento, las características físicas de un sólido rígido que ya no puede ser transformado en líquido. La reacción de curado de los poliésteres es irreversible, esto es, una vez transformados de líquidos a sólidos, ya no pueden ser reprocesados de sólidos en líquidos. Las fibras de vidrio son incorporadas a la resina, mientras que la resina permanece líquida, inmediatamente después de la adición del catalizador y el acelerador. Existe una gran diferencia de procesamiento entre las resinas poliéster insaturadas y las termoplásticas. Los poliésteres insaturados son moldeados cuando están líquidos, a temperatura ambiente y sin necesitar de presiones externas. El moldeo es ejecutado con una resina (líquida) acompañando todos los detalles, entrantes y salientes del molde. Los termoplásticos son calentados, fundidos, moldeados a presión y enfriados. Debe ser mencionado también que las resinas poliéster ya curadas no se desamoldan cuando son expuestas al calor. Los poliésteres insaturados son fabricados disueltos en un monómero insaturado, generalmente estireno. Estas resinas tienen puntos de insaturación en su cadena molecular. Estos puntos de insaturación son dobles enlaces covalentes entre dos

átomos de carbono adyacentes. Estos dobles enlaces o insaturaciones, pueden ser fácilmente rotas por la acción de radicales libres provenientes de sustancias catalizadoras apropiadas. En el caso específico de poliésteres insaturados, el agente de interligación, monómero de estireno, también es insaturado y participa en el curado. Las moléculas de estireno, a través de sus dobles enlaces, se unen a las insaturaciones del polímero formando un compuesto reticulado tridimensional, transformando la resina de líquido en sólido. Esta reacción se procesa a temperatura ambiente, por la acción de agentes catalizadores y aceleradores adicionados al momento del moldeado. Como en esta reacción no ocurre liberación de material volátil, la transformación de los poliésteres no requiere la aplicación de presión externa para impedir porosidades oriundas de sustancias gaseosas generadas durante el curado. La propiedad del poliéster insaturado de curar a temperatura ambiente, junto al hecho de ser procesada en estado líquido, posibilita su uso en la producción de piezas grandes y complejas, sin modificar, para pequeñas escalas de producción. Además de fácil procesamiento, algunos tipos de poliéster insaturado tienen también excepcional resistencia a ambientes agresivos, siendo muy usados, reforzados con fibras de vidrio, en la construcción de equipos para operar en esas condiciones.<sup>15</sup> El polibutileno tereftalato (PBT) o polibutilen tereftalato es un polímero termoplástico de ingeniería, que se utiliza ampliamente como aislante de la electricidad y en la industria electrónica. Se trata de un polímero termoplástico (semi) cristalino. Es un tipo de poliéster. El PBT es resistente a los disolventes, se encoge muy poco durante el formado, es mecánicamente fuerte, resistente al calor hasta 150°C (o 200°C con refuerzo de fibra de vidrio) y puede ser tratado con retardantes de llama

para que sea incombustible. El PBT presenta una estructura similar a la del PET, con la diferencia de presentar un grupo butileno en lugar de etileno.

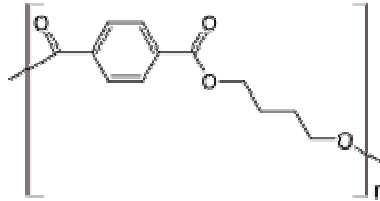


Figura 24. Formula química de PBT

El PBT se sintetiza a partir de un butanodiol (1,4-buten glicol) y DMT o PTA (dimetiltereftalato o ácido tereftálico respectivamente) mediante esterificación y posterior policondensación.

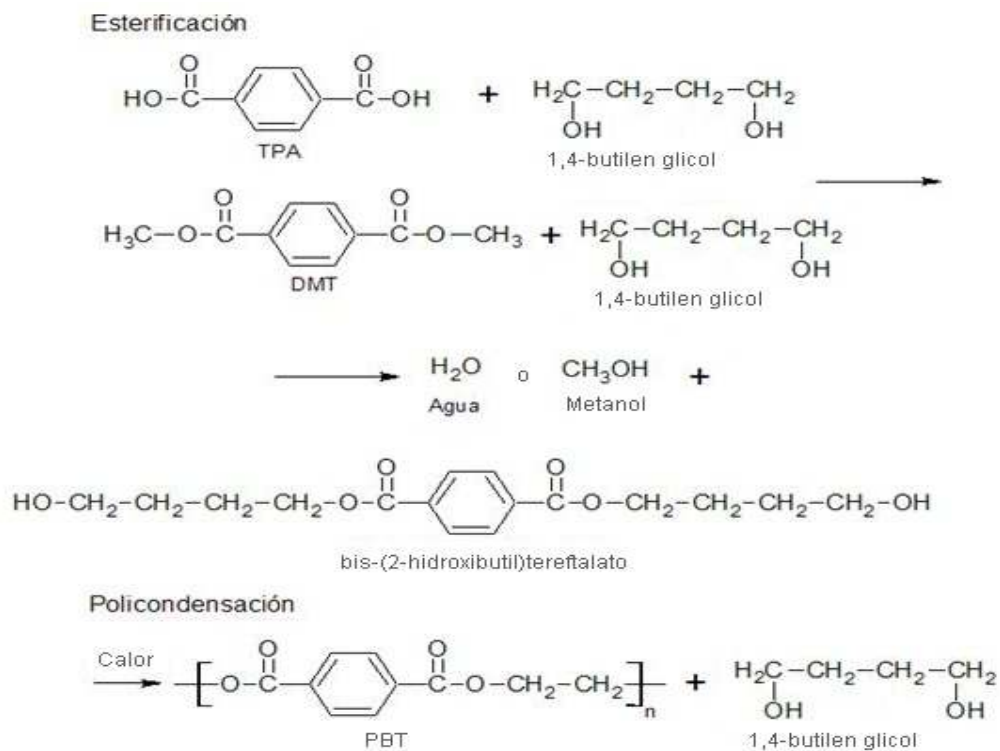


Figura 25. Síntesis de PBT

En la reacción de esterificación, se elimina agua en el proceso del TPA y metanol en el proceso del DMT. La reacción de policondensación se facilita mediante catalizadores y elevadas temperaturas.

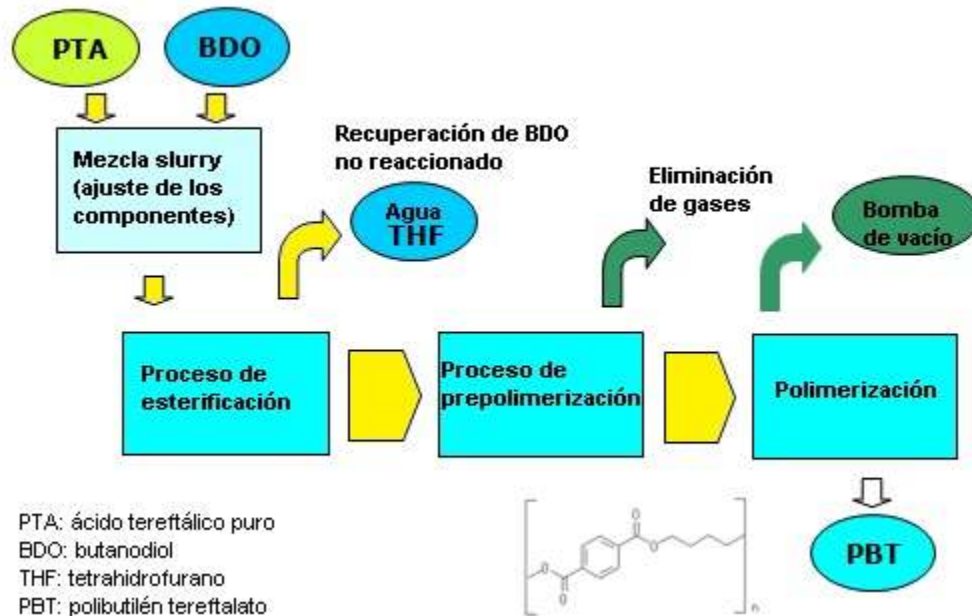


Figura 26. Diagrama de flujo de producción de PBT (HITACHI)

El PBT está estrechamente relacionado con otros poliésteres termoplásticos. En comparación con el PET (tereftalato de polietileno), el PBT tiene una fuerza y rigidez algo menor, una resistencia al impacto un poco mejor y una temperatura de transición vítrea ligeramente inferior. El PBT y el PET son sensibles al agua caliente por encima de 60°C (140°F). Ambos tienen la necesidad de protección UV si se utiliza al aire libre, y la mayoría de los grados de estos poliésteres son inflamables, aunque aditivos pueden ser utilizados para mejorar tanto la sensibilidad a los rayos UV como las propiedades de inflamabilidad. Sin embargo, el PBT tiene un menor punto de fusión (223°C - 433°F) que el PET (255°C -

491°F), por lo que pueden ser procesados a bajas temperaturas. Esta propiedad, unida a su excelente fluidez al fundido y su rápida cristalización por enfriamiento, hace al PBT muy adecuado para el moldeo por inyección en las partes sólidas. Hay en el mercado, dos tipos de productos de PBT: PBT resina y PBT compuesto. El PBT resina, es la resina de base, mientras que el PBT compuesto es una combinación de resina de PBT, relleno de fibra de vidrio y otros aditivos tales como agentes de protección UV y retardante de llama. Entre las principales características del PBT cabe destacar:

- Buenas propiedades de resistencia a la rotura
- Elevada temperatura de deflexión (en especial los grados cargados con fibra de vidrio)
- Alta rigidez y alta dureza
- Buenas propiedades de bajo rozamiento y resistencia a la abrasión.
- Elevada estabilidad dimensional (bajo coeficiente de expansión térmico, baja absorción de agua)
- Buenas propiedades eléctricas
- Aceptable resistencia química
- Buena resistencia en la intemperie (en las resinas tratadas con protección UV)
- Cristalización rápida y fácil de moldear (ciclos de tiempo cortos).
- Capacidad de soldadura por ultrasonido

Se utiliza ampliamente en la elaboración de masterbatch, fibras, láminas, entre otros usos y productos. Con el PBT también se elaboran monofilamentos para su uso, por ejemplo, en las cerdas de escobillones.<sup>16</sup> En 1996 Speedo lanza AQUABLADE, que ofrece un 8% menos de resistencia al agua que el tejido S2000. En los Juegos Olímpicos de Atlanta un 77% de los nadadores que obtuvieron medalla compitieron con bañadores fabricados con este innovador material.

Speedo comienza el siglo XXI a lo grande, lanzando el revolucionario bañador FASTSKIN, su premiado diseño, basado en la piel de tiburón, fue recibido con entusiasmo por nadadores como Grant Hackett (AUS), Lenny Krayzelburg (USA) y Michael Klim (AUS).

En los Juegos Olímpicos de Sidney del año 2000, un 83% de las medallas y 13 de los 15 records del mundo que se batieron fueron logrados por nadadores que compitieron con el bañador basado en piel de tiburón.

En los juegos Olímpicos que tuvieron lugar en la Ciudad de Atenas en 2004, fue utilizado el Traje de baño Speedo modelo Fastskin FSII, cuyos materiales se inspiraron en la textura de la piel del tiburón, uno de los animales marinos más veloces. Dicho modelo reduce la turbulencia y ayuda al nadador a desplazarse con más soltura, porque corta la resistencia del agua. El traje de baño tiene unas crestas de forma triangular alineadas en paralelo a la corriente, con lo que el agua sólo toca los vértices y el contacto del nadador con ella es menor. Este bañador es una evolución del FASTSKIN que reduce la resistencia pasiva hasta un 4%. En

estos Juegos Olímpicos es el nadador Michael Phelps, quien hace historia con un bañador FASTSKIN FSII al convertirse en el primer nadador de la historia en conseguir 8 metales. En este campeonato el número de nadadores con bañadores Speedo fue mayor que la suma de todos los que compitieron con trajes de baño de otras marcas.

El legado continúa en 2007 con el lanzamiento de Fastskin FS-PRO, el más rápido e impactante de los bañadores ligeros del mercado. 21 records del mundo fueron batidos en 6 meses.

En el ochenta aniversario en el 2008, la marca lanza LZR Racer, el bañador con mayores avances técnicos del mundo. Los Juegos Olímpicos de Pekín fueron un éxito sin precedentes para Speedo y su LZR Racer, ya que un 92% de las medallas de natación fueron conseguidas por deportistas que compitieron con el revolucionario traje de baño.<sup>9</sup>



## Evolución del bañador

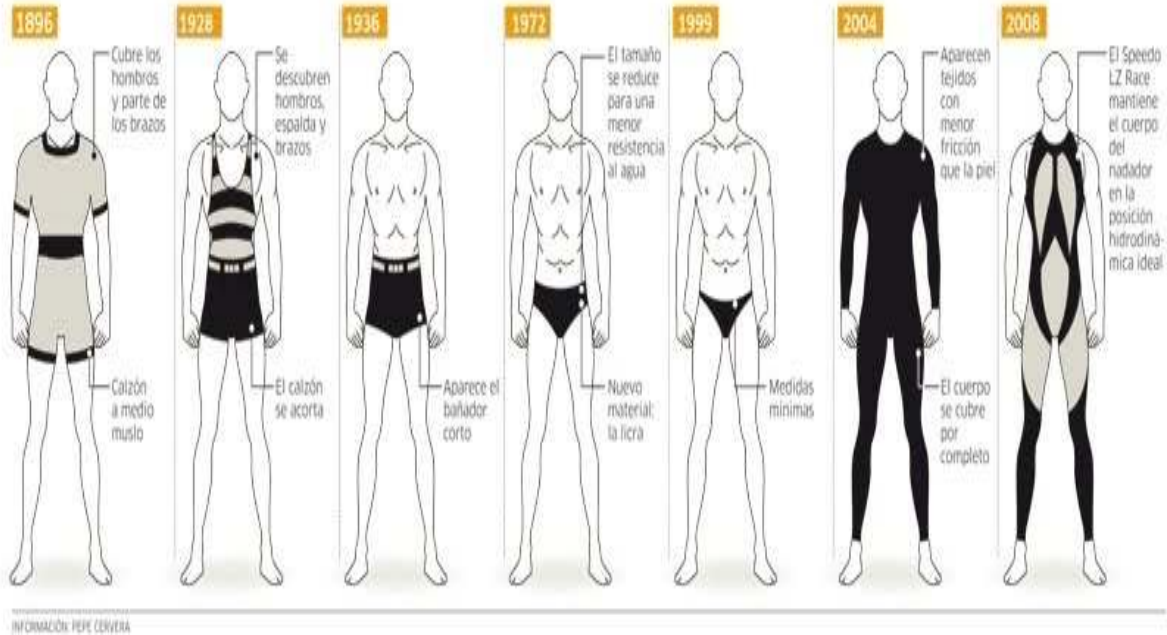


Figura 27. Imagen evolución de los trajes de baño

Los Juegos Olímpicos de Londres han pasado, y todavía persiste la confusión en los trajes de baño. Hace tres años, cuando los dirigentes de la natación decidieron prohibir los trajes recubiertos de Poliuretano, se pensó que ello pondría fin a la carrera tecnológica que buscaba dar más velocidad a los deportistas en la piscina. De hecho, en estos juegos, no hubo tanta atención sobre el traje que uso determinado nadador, sino acerca de cuántos récords mundiales cayeron.

La controversia sobre el avance tecnológico que supuso para este deporte los nuevos bañadores 'hi-tech' de Poliuretano se remonta varios años atrás. Tras su uso en varias competiciones oficiales, los beneficios que las características del Poliuretano (versatilidad, elasticidad, ligereza o resistencia) aportaban a los

nadadores quedaron a la vista: 54 centésimas de ventaja sobre los demás competidores.

En los mundiales de Natación de Roma 2009, por ejemplo, dejaron al descubierto esa cada vez más palpable unión entre ciencia y deporte mediante los avances en los trajes de los nadadores: de la piel de tiburón al Poliuretano. Dentro de los hitos históricos de ese campeonato, se registraron más de 20 récords mundiales batidos y la ciencia que hay detrás del deporte y ha permitido que en menos de un año y medio se han superado 130. Esto fue posible de acuerdo con los especialistas que la causa principal al nuevo bañador de Poliuretano.

Después del bañador de piel de tiburón con el que el australiano Ian Thorpe batió numerosos registros en Sidney 2000, llegó el Poliuretano.

El Poliuretano, compuesto de miles de pequeñas células cerradas con aire, menos denso que el agua, en su interior. Ello permite mayor flotabilidad y menor resistencia al agua. La resistencia de una persona en el agua es 780 veces mayor que la que experimentaría si nadase en el aire. Por lo tanto, cuanto menor sea la superficie sumergida, mayor será la ventaja.

Un sólo milímetro hace una gran diferencia. De hecho, el nuevo traje proporciona 54 centésimas de ventaja respecto a otros que contienen 50% de poliuretano (los que usa Michael Phelps). No tienen costuras, permiten prolongar un 24% más la velocidad punta y están realizados en el material más liviano hasta el momento: 99 gramos por metros cuadrado. Tan avanzado resulta este traje, ya que no se le puede llamar traje de baño, que los atletas tardan unos 45 minutos en ponérselo.

El ingeniero encargado de marketing y exportación de Joluvi, David Garrido, explica que la prenda es de Poliuretano; un material impermeable. Esto hace que se formen pequeñas burbujas de aire que ofrecen mayor flotabilidad. Además, al ser muy ajustada, imprime una presión sobre el cuerpo, suficiente como para que al nadador le sea más fácil estar en posición horizontal y mantener el cuerpo en posición hidrodinámica. El problema surgió, cuando la Federación Internacional de Natación (FINA) homologó los primeros bañadores Speedo con paneles de este material.

Entre los nadadores las voces son discordantes. Para algunos es sólo una mejora más, como las de los zapatos de los corredores. Para otros, como el rey de la natación mundial, el estadounidense Michael Phels, supone un avance que beneficia a los deportistas mediocres. Phels cayó en los 200 metros libres de Roma ante Biedermann, enfundado en un bañador milagro, si bien consiguió un nuevo récord mundial en la final de 200 metros mariposa.

Se argumenta que el buen nadador flota mejor por naturaleza, por su físico. El poliuretano permite mejorar la flotabilidad de aquellos que dada su complexión no son tan buenos para la natación. Los mejores quedan entonces en desigualdad ya que no notan tanto la mejora con el bañador y se prima, por ejemplo, la fuerza física. Inicialmente, en el verano de 2009, la Federación Internacional de Natación (FINA) declaró válidos los bañadores de Poliuretano que la propia federación había vetado un mes antes. Entre los modelos readmitidos se encontraban los famosos X-Glide de Arena y el Jacked 01, Los nuevos modelos podrían así utilizarse en los Campeonatos del Mundo en Roma.



Figura 28. Características de los trajes de baño de poliuretano

Tras varias jornadas de pruebas con los bañadores, la FINA aprobaba un total de 202 modelos de entre los 348 disponibles. De los restantes, a 136 se les concedió un mes para ser modificados y diez fueron prohibidos de forma definitiva, entre ellos los citados X-Glide y Jacked 01, fabricados íntegramente de poliuretano, un material resistente al agua y que facilita la flotabilidad.

La forma de los trajes de cuerpo entero, hasta la rodilla, y demás modelos, serían examinados antes de competir. La FINA aseguró entonces que continuaría controlando la evolución de los bañadores y adoptaría nuevas reglas según nuevos criterios. La FINA prohibió los bañadores de Poliuretano a partir de enero de 2010 y obligaba a volver a los trajes de baño textiles clásicos. A pesar de ello, la federación internacional había dicho que los récords establecidos con los

bañadores 'hi-tech' continuarían aunque se demostrara que no podían ser batidos con trajes textiles.

La decisión satisfizo enormemente al entrenador estadounidense Bob Bowman, que amenazó con sacar a Michael Phelps, el campeón mundial que acumula en su palmarés 21 medallas olímpicas de oro., de la competición si no se retiraban.<sup>17</sup>

Esta vez, se han invertido los papeles entre dos de los principales fabricantes. Mientras que el LZR Racer de Speedo causó furor en las Olimpíadas anteriores, el Powerskin Carbon-Pro de Arena parece gozar las preferencias esta vez, pero dos décimas pueden marcar la diferencia en una competición olímpica.

Speedo presentó sus productos de 2012, Fastskin3 Racing System, además del traje, el Sistema incluye gafas anchas y angulares que facilitan la visión periférica, así como una gorra diseñada para reducir más la resistencia al agua.



Figura 29. Fastking 3

Pero ni el traje ni el Systema han despegado. Titus Mennen entrenador holandés consideró que el nuevo traje es horrible, durante el campeonato europeo celebrado la semana anterior en Debrecen, Hungría. Se comentó que pone muy pesado y es difícil para las mujeres ponérselo, tirando de las correas por encima de su cabeza. Luego, se le forman protuberancias en el agua.

El Speedo Fastskin 3 Racing System ofrece ventajas inigualables a los nadadores, incluyendo una reducción de la resistencia de todo el cuerpo pasivo de hasta el 16,6 por ciento, un 11 por ciento de mejora en la economía de oxígeno del nadador que les permite nadar más fuerte durante más tiempo, y un 5,2 por ciento de reducción en la fricción del cuerpo activo. Con un diseño distintivo y futurista que tiene en cuenta tanto la fisiología y la psicología del nadador de élite, el Speedo Fastskin 3 Racing System mejora la eficiencia hidrodinámica y la comodidad, al tiempo que mejora el enfoque de la atleta.

Pasó el ciclón de los trajes baño de poliuretano y parecía que las marcas se tomaban un respiro. En Pekín 2008 el Speedo LZR Racer fue el gran protagonista marcando una nueva tendencia, después de su lanzamiento en el mes de febrero de ese año.

Arena utiliza fibras de carbón. La firma italiana de bañadores Arena introduce en el mercado el Powerskin Carbon Pro, un nuevo bañador de competición basado en fibra de carbono prometiendo una compresión muscular inteligente y una durabilidad sin precedentes gracias al material empleado para su confección que conserva la elasticidad en el tiempo.



Figura 30. Trajes de baño Arena

Si algunas firmas de bañadores siguen hablando en su publicidad de efectos de mejora en el rendimiento, algo que está prohibido, Arena apuesta por no promocionarlo dejando al propio nadador que decida si esta nueva tecnología, utilizada en otros muchos campos de alto rendimiento, ayuda en la comodidad y por ende a conseguir un mejor aprovechamiento del nado.

Según la marca, para ofrecer una solución innovadora al problema de la compresión, Arena ha incorporado la fibra de carbono en el tejido de la tela del Powerskin Carbon Pro. Conocido por sus propiedades únicas tanto estructurales como mecánicas, la fibra de carbono se bloquea cuando un nivel de tramo crítico es alcanzado, mientras que conserva la demanda de elasticidad.

Esto proporciona una aceleración en la compresión sobre esas zonas específicas sobre extendidas, aumentando el apoyo y el control en dónde se necesitan, sin quitarle la movilidad al nadador.<sup>18</sup>

## Capítulo 2

### Futbol Americano

El origen del futbol americano profesional como lo conocemos se rastrea hacia el año de 1892, cuando se llevo a cabo un partido entre la Allegheny Athletic Association contra el equipo de Pittsburg Athletic Club, En 1920 fue formada la American Profesional Football Association y ese mismo año se juega el primer partido entre Dayton triangles y Columbus Panhandles, dos años después cambia el nombre al actual National Football League (NFL),

El futbol americano tiene como a uno de sus creadores y llamado el “Padre del Fútbol Americano”, a Walter Camp que a sus 33 años de edad en 1892, había diseñado el juego moderno de futbol americano y aunque de inicio no se manejaba la indumentaria tan compleja como la de ahora, cabe mencionar que este deporte no era tan rudo como lo es ahora.

Este deporte se considera muy peligroso, por lo tanto para evitar lesiones graves se tiene una amplia gama de equipos que permiten proteger el cuerpo de estos deportistas.

El jersey será uno de las parte de equipo de protección a analizar, de inicio tiene como objetivo identificar el nombre, numero y colores de su equipo, la camiseta está hecha generalmente de nylon, con paneles de tela spandex.





Figura 31. Uniforme Futbol Americano 1879



Figura 32. Uniforme Futbol Americano 1923



Figura 33. Uniforme Futbol Americano 1956



Figura 34. Uniforme Futbol Americano 1995



Figura 35. Uniforme Futbol Americano 2013



Figura 36. Uniforme Futbol Americano 2013

## Las hombreras

Las hombreras son parte del equipo de protección usado en el fútbol americano, las hombreras modernas están fabricadas de una espuma capaz de absorber los golpes con una cubierta externa hecha de plástico rígido. Partes relacionadas con las hombreras que también protegen son las riñoneras o protectores de costillas, que en conjunto se encargan darle seguridad al jugador.

Este aditamento es necesario ya que la naturaleza del juego física y brutal, requiere que los órganos vitales deban estar protegidos, las hombreras se ajustan sobre la cabeza, superando los hombros y baja hasta la mitad del pecho amortiguando los golpes en la espalda y parte superior del torso, estas han avanzado a lo largo del tiempo ya que este no era reglamentario a los inicios del juego incluso en algún momento fue opcional.



Figura 37. Equipo antiguo de inicios de Fútbol Americano

Este juego se extendió a lo largo del país durante el siglo XX, esto generó que las lesiones y los muertos se incrementaran. De acuerdo a la American Heritage, en la

temporada de 1905, en el fútbol universitario, 23 jugadores murieron por lesiones provocadas por el juego. Esta violencia motivo la vista del Presidente Theodore Roosevelt y amenazar con una prohibición federal, la liga universitaria se vio obligada a modificar las reglas, entre ellas la adopción de las hombreras acolchonadas para proteger la parte superior.

En 1890 las hombreras eran individuales se cosían a la ropa y eran de cuero, estos tenían forma de cojines que protegían los hombros y fueron diseñados para que se cosieran al jersey o camiseta. Spalding fue la primera compañía en diseñarlas y comercializarlas siendo rara y poco usada.



Figura 38. Primeras hombreras de cuero 1890

En 1905 los colegios cumplieron con los primeros dispositivos de protección colocando almohadillas para los muslos de piel de topo, Rawlings fabricó almohadillas de fibra y de fieltro para proteger las caderas contra el impacto en muslos riñones y caderas.

Para 1915 los fabricantes de equipos de protección desarrollaron los cascos, diseñados de cuero suave y su diseño inicial tenía como función la de cubrir y proteger los oídos, estos llamados “head harnesses” aunque sus orejeras

hicieron que tomaran el apodo de de “dog-ear helmets” o cascos de orejas de perro.

En la década de los treinta evolucionan las hombreras, con la forma en la que hoy las conocemos, ya que las hombreras cubrían todo el hombro y la parte superior del pecho y separados en dos secciones, el productor de las hombreras era la compañía Spalding, estaban hechas principalmente de cuero y tenían cordones como se usan hasta la actualidad por la parte del frente permitiéndole a los jugadores ajustarlas, siendo significativamente pesadas.

Spalding introduce hombreras en la parte exterior del hombro, con charretera separada que se ataba a la coraza cuya función era la de proteger los deltoides, siendo la lona y el cuero los materiales de los que fueron hechos.

En 1935 las hombreras se hicieron parte fundamental del equipo de protección y estaban fundamentalmente hechas de lona, o cuero con relleno por debajo de piel de topo, diferentes empresas fabricaron las hombreras de tela, las correas se elevaban por encima de los hombros lo que permitía absorber los golpes, más tarde las correas se ubicaron por debajo de la axila y los petos frontales se añadieron y se extendieron para proteger el pecho.

Hacia los años cuarenta las almohadillas, se dio el uso de cuero acolchado y lona para proteger el abdomen y los hombros, para la década de los cincuenta las modificaciones fueron hacia las almohadillas de las hombreras, estas se fabricaron de paño y cosidas con cuero duro y remaches en partes de unión.



Figura 39. Hombreras de las décadas de los años cuarenta y cincuenta.

A medida que este juego avanzó y se volvió más popular, esto generó que las hombreras se fabricaran de plástico y espuma, con hombreras más pequeñas y con corazas, evolucionando a un aspecto más arqueado, dando la aparición descomunal de los jugadores modernos, donde la posición de los jugadores en el campo de juego determinaba el tamaño de la protección, así se crearon los chalecos inflados creados por Byron Donzis para los jugadores de fútbol, muestra hombreras hechas de aluminio.



Figura 40. Byron Donzis, quien inventó un chaleco antibalas para los jugadores de fútbol, muestra hombreras hechas de aluminio de los aviones en 1985.

Las innovaciones más importantes se hicieron en la última parte del siglo veinte, en los años setenta se da por terminado el uso del cuero y la lona, dándole paso a las conchas de plástico duro y relleno de espuma lo cual redujo el peso de los mismo y a su vez los hizo más resistentes, los petos se alargaron para proteger pecho y costillas.



Figura 41.Hombros de las décadas de los años setenta

Durante la década de los años ochenta los rellenos usados en las hombros mejoraron en diseño y resistencia, de tal manera que ahora se ven obligados a usar protección completa en todo el cuerpo, para evitar lesiones que les costaría largos tiempos de recuperación, durante la siguiente década los equipos siguieron evolucionando al ritmo del deporte conforme aparecieron jugadores con físicos más grandes y rápidos, obligando a que los diseños mecánicos fueran más sofisticados, gracias también a los avances de la ciencia en los materiales.



Figura 42. Muestra Hombreras de las décadas de los años ochenta y noventa

Las hombreras de última generación son más ligeras duraderas y menos restrictivas en los movimientos, en 2003 la fabricación de las hombreras añadió almohadillas desarrolladas a partir de material seco de polímero desarrollado por la NASA, este polímero de un cuarto de pulgada, no se comprime como la espuma, para que los jugadores puedan absorber los múltiples golpes reduciendo el impacto. Los Sistemas de refrigeración son una parte de las hombreras, la utilización de múltiples capas de espuma para sacar la humedad del cuerpo, lo que lo hace que la temperatura corporal reduzca evitando los golpes de calor.

Las hombreras actualmente son de diversos materiales como plástico de alta resistencia, tienen una estructura metálica muy ligera que puede ser de acero o aluminio, las partes blandas que están en contacto directo con el cuerpo son de tela, generalmente de nylon y tienen un relleno acolchonado, también pueden tener algunas suspensiones de aire, todo depende de la posición del jugador y de las áreas que se requiera proteger.

## **El Casco**

Una de las piezas más importantes del equipo de protección en los jugadores de Fútbol Americano es el casco, esto es debido a las violentas colisiones que se dan



durante los juegos, una conmoción está garantizada sin este, por lo que el casco debe de estar hecho a la medida de cada uno de los jugadores.

Los primeros registros que se tienen del uso del casco de fútbol americano fue en 1896 cuando el corredor George Barclay de los Lafayette Leopards, comenzó a utilizar correas y orejeras para proteger su orejas. Adicionalmente a esta referencia otras fuentes acreditan la invención del casco a Joseph M. Reeves, el cual ocupó un dispositivo protector para la cabeza que hizo con piel de topo para permitirle jugar durante un partido en 1893.

En 1930 los propietarios de los equipos, entrenadores y jugadores llegaron al acuerdo de añadir el primer casco, este pintado a mano del color del uniforme, construido a partir de siete piezas de cuero empedradas o cocidas, este casco llamado "Vintage", el cual solo tenía relleno de espuma de goma, una correa de cuero cuya función era la de sujetarse a la barbilla y mantener el mismo en su posición. En 1939 se utilizó un casco en la que sobresalen los extremos, lo importante de este modelo es que fue el primer casco de plástico en su totalidad, aunque el plástico era muy frágil y este tendía a romperse con los impactos, contaba con un recubrimiento de lino fenólico el cual era útil para mantener todas las piezas del casco. Para el año siguiente la legalización del casco de plástico hizo posible que en esa misma década tras los avances buscando mejores tecnologías en los mismos, hizo que los cascos se pintaran en hornos con diversos colores, el thermoplastic, se utilizó haciendo que este tuviera menos peso y más resistente a los impactos, además del uso de la correa acolchonada de

cuero para la barbilla, cuyo propósito era proteger además de mantener el casco en su lugar.

A principios de 1940 John T Riddell invento el primer casco de plástico con suspensión, así como la primera barra protectora de plástico. Hasta 1951 todos los jugadores de la NFL estaban sin mascara, justo en un partido entre los Browns y los 49ers, donde Otto Graham dio un codazo en la cara, abriéndole el lado de la boca, su entrenador Paul Brown quien tenía el prototipo de protector facial “Lucite”, lo colocó en el casco de Otto, para de esta manera proteger su rostro.

El avance de las mascarillas se produce en 1955 cuando G.E. Morgan, inventó el BT-5, mascarilla para el quarterback Otto Graham. El BT fue el nombre que se le dio por “barra tubular”, la cual estaba hecha de caucho y plástico, las variedades de esta barra para protección fueron, únicas, dobles triples y tipo jaula de pájaro, y para su construcción eran soldados en acero o aluminio con un recubrimiento de plastisol de vinilo. El plastisol es una suspensión de partículas de PVC en un plastificante, fluye como un líquido y se puede verter en un molde calentado. Cuando se calienta a unos 177°C, el plástico y el plastificante se disuelven mutuamente. Al enfriar el molde por debajo de 60°C, se consigue un producto flexible, permanentemente plastificado. Además de piezas por moldeo, plastisol se usa comúnmente como una tinta textil para la serigrafía, como recubrimiento por estampado y recubrimiento por inmersión. También puede ser conformado mediante moldeo por vaciado. Es de color blanco pero puede colorearse.

Este compuesto, bajo la acción del calor cambia su comportamiento mecánico notándose un aumento en la viscosidad a temperaturas mayores a los 43°C y deja su estado líquido inicial para pasar a un estado sólido al curarlo a una temperatura mínima de 160 °C (gelación) y con los aditivos adecuados puede ser sometido a temperaturas mayores a 230°C para disminuir el tiempo de gelación, esto sin pérdida de peso ni cambio de volumen en general, pero es cierto que parte del plastificantes se evapora y si se usa un agente espumante para optimizar el rendimiento en volumen éste puede cambiar muchísimo. El plastisol se utiliza como recubrimiento superficial: puede colorearse y tener texturas. Es resistente a la abrasión, la corrosión y la electricidad. Mediante distintos estabilizantes y aditivos puede mejorar su resistencia a la luz, al calor o adquirir propiedades antinflama (retardantes de llama), para cubrir gran variedad de especificaciones.



Figura 43.Casco con protector U TK2

No fue hasta 1962 donde el protector en forma de U la TK2, que está hecha de policarbonato, en 1963 el TK-29 fue el primero en utilizar un dispositivo inflado con aire para el montaje de los cascos, misma que estaba en la base del casco, la cubierta del Tk2 como el TK 29 son de policarbonato un material que resulta ser durable y con buena protección.

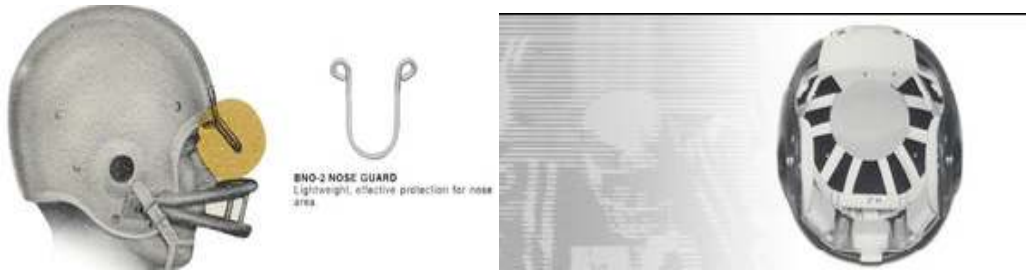


Figura 44. Casco de policarbonato U TK29

La década de los sesenta fue de carácter experimental, esto influyo mucho en el diseño de los cascos, siendo la protección de la cabeza como factor clave en sus diseños, el modelo utilizado en esta década fue construido con la tecnología de moldeo por inyección, llamado Micro Fit, creado con una concha de una sola pieza que mejora la integridad estructural del casco entero.

En 1973 uno de los cascos más exitosos por su sistema de cojines en su interior de forma individual de vinilo de aire con capas de ajuste y espuma de absorción de energía, y no fue probado hasta 1974 de manera profesional.



Figura 45. Casco de con cojines de vinilo

En 1977 riddle incorpora a los cascos las máscaras o caretas faciales de acero inoxidable lo que ofreció una mayor resistencia a la flexión, lo que impidió la rotura del casco. Y en 1981 se crea el colchón de aire con ingeniería (A.C.E.) protección que hasta ese momento no se había aplicado.

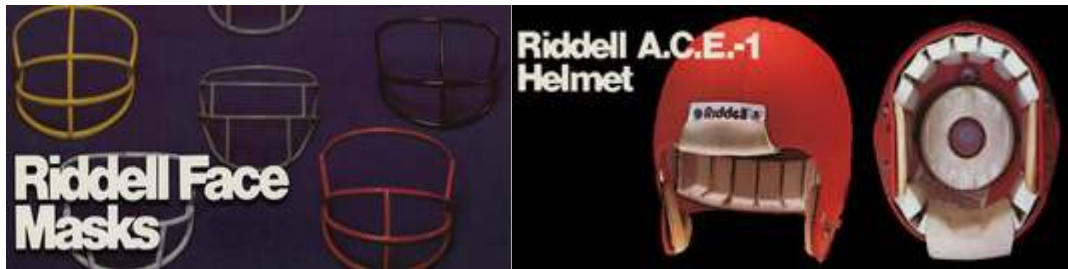


Figura 46. Casco con cojines espumosos

En 1982 se elaboró el casco modelo M155 que revela la combinación de las células o cojinetes espumosos y llenos de líquido, que son utilizados para el relleno. En el impacto, el líquido sería estrangulado de una célula a otra, lo que resulta la atenuación de la energía, se incluyó una mascarilla facial moldeada por la inyección y resistente al oxido, con correas de poliuretano y las pastillas universales para la mandíbula.

En 2002 nace el primer casco diseñado con la intención de reducir el riesgo de conmoción cerebral, su sucesor en 2003, generó el primer dato real por medio de un sistema de telemetría (HITS), el cual registro cada incidencia significativa de cada golpe registrado, mandando las señales a la banca.



▲ The Evolution of the Helmet

Figura 47. Evolución de los Cascos

Durante todo este tiempo, y gracias al empleo de la tecnología de forma correcta, se consiguió proteger a los jugadores a la vez que se garantizaba la continuidad del deporte. Echando la vista atrás, podemos ver la evolución de estos cascos, que ofrecían cada vez mayor seguridad, y libertad. A medida que eso sucedía, los jugadores se sentían más seguros para emplear la cabeza como una herramienta de golpeo más.

Todo eso hace pensar que existe una mano detrás que ha facilitado las cosas a Riddell, dando a estos una ventaja competitiva que pudo alterar la competencia y

perjudicar a la innovación y el desarrollo de nuevos productos. Esto lógicamente entorpece que la industria se desarrolle, y perjudica jugador.<sup>19</sup>

Cuando se trata de mantener a salvo a nuestros atletas en el campo, Xenith está reescribiendo los libros de reglas del casco de fútbol americano. Fundada en 2004, Xenith está enfocada en optimizar la seguridad y la actividad a través de la innovación y la educación. Nos encontramos con esta finalidad última generación cascos de fútbol americano, I casco soluciones que reducen el riesgo de lesiones en la cabeza. Siendo los: Xenith X2 y Varsity cascos de fútbol americano.

No hay cascos de fútbol juveniles, cascos de fútbol de alta escuela o incluso cascos de fútbol americano universitario se puede comparar con el X2. Es simplemente el mejor, el casco más innovador del mercado. Cuenta con nuestro sistema patentado de protección adaptable Head sistema, un sistema que se adapta a la cabeza y se adapta a la respuesta positiva, rivalizando con las características de seguridad encontrado incluso en los mejores cascos de la NFL. La protección para la cabeza adaptable sistema integra tecnologías avanzadas diseñadas para minimizar el impacto:

- Buscador Fit: Este sistema se adapta a la cabeza en tres áreas separadas, lo que crea un ajuste personalizado al instante, sin la necesidad de bombas. Buscador Fit también ayuda a mantener el casco de seguridad en caso de impacto, por lo que permanece encendido y se queda dónde debe. No existe un sistema mejor ajuste en la industria. Choque capo: Este sistema se adapta al propio éxito. Reduce al mínimo la sacudida repentina de la cabeza, lo que

minimiza el riesgo de lesiones. Un casco de fútbol americano promedio se basa sólo en el relleno denso, pero Bonnet-Shock cuenta con adaptación Aware-Flow amortiguadores que se adaptan a la energía del impacto. Esto se traduce en una protección superior contra todos los golpes. No a diferencia de las bolsas de aire del coche, Aware-Flow, son amortiguadores que sirven para comprimir y ventilar el aire ya que el impacto ocurra. Esto minimiza el movimiento de la cabeza y permite una respuesta óptima a los golpes de los niveles de energía diferentes. Xenith fue el diseñador casco de fútbol americano primero en introducir este tipo de sistema de capó suspensión, centrándose en la importancia de los impactos de baja energía y medianas, así como los golpes de alta energía.

Los atletas que quieren intensificar su juego buscan cascos como el X2 Varsity, cascos ELITE, que cuentan con titanio en las mascarillas de los cascos, de lujo forros confort y die-cast hebillas broche de metal.<sup>20</sup>



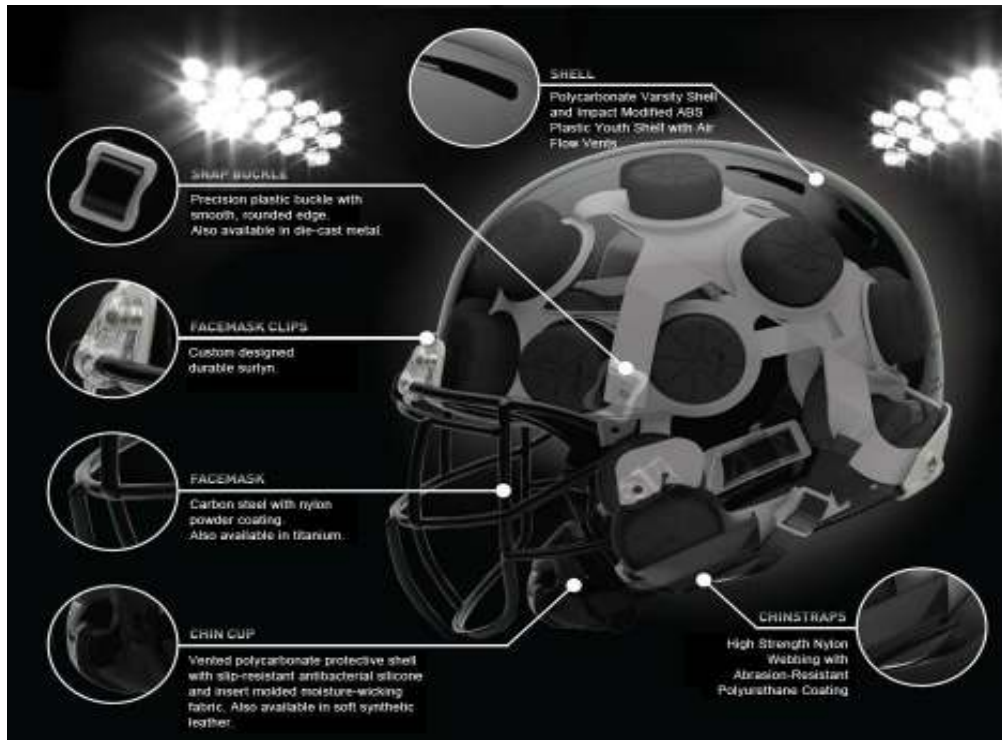


Figura 48. Casco actual características



Figura 49. Casco Actual tecnología X2

## Capítulo 3

### Futbol Soccer.

La historia moderna del deporte más popular del planeta abarca más de 100 años de existencia. Comenzó en el 1863, cuando en Inglaterra se separaron los caminos del rugby y del fútbol soccer, fundándose la asociación más antigua del mundo: la Asociación de Fútbol de Inglaterra, el primer órgano gubernativo del deporte.

Ambos tipos de juego tiene la misma raíz y un árbol genealógico de muy vasta ramificación. Una profunda y minuciosa investigación ha dado con una media docena de diferentes juegos en los cuales hay aspectos que remiten el origen y desarrollo histórico del fútbol.

Del Lejano Oriente proviene, mientras tanto, una forma diferente el Kemari japonés, que se menciona por primera vez unos 500 a 600 años más tarde, y que se juega todavía hoy en día. Es un ejercicio ceremonial, que si bien exige cierta habilidad, no tiene ningún carácter competitivo como el juego chino, puesto que no hay lucha alguna por el balón. En una superficie relativamente pequeña, los actores deben pasárselo sin dejarlo caer al suelo.

Mucho más animados eran el "Epislyros" griego, del cual se sabe relativamente poco, y el "Harpastum" romano. Los romanos tenían un balón más chico y dos equipos jugaban en un terreno rectangular, limitado con líneas de marcación y dividido con una línea media. El objetivo era enviar el balón al campo del

oponente, para lo cual se lo pasaban entre ellos, apelando a la astucia para lograrlo. Este deporte fue muy popular entre los años 700 y 800, y si bien los romanos lo introdujeron en Gran Bretaña, el uso del pie era tan infrecuente que su ascendencia en el fútbol es relativa.<sup>21</sup>

En estos tiempos, el concepto de un color generalizado en todo el equipo no existía; los equipos jugaban con cualquier vestimenta que tenían disponible y los jugadores de un mismo equipo se distinguían usando gorras o bandas que cruzaban el pecho, del hombro a la cintura. Esta práctica se volvió problemática, por lo que en un manual de juego de 1867 sugirieron que los equipos deberían intentar usar siempre que puedan, jersey rayados de un color, por ejemplo rojo, y el otro, por ejemplo, azules. Esto iba a prevenir la confusión y los salvajes intentos de robar el balón a un compañero. Los primeros uniformes iguales, comenzaron a aparecer en la década de 1870, siendo muchos los clubes que eligieron los colores asociados con las escuelas u otras organizaciones deportivas de las cuales emergieron. Los colores y los diseños a menudo cambiaban drásticamente entre cada partido, siendo un ejemplo Bolton Wanderers F. C., club que usó camisetas rosadas en algunos y blancas con puntos rojos en otros en el lapso de un año. En esa época, los jugadores usaban pantalones por las rodillas o por debajo de ellas, usualmente con un cinturón o tirantes. Tampoco existían los números para identificar a los jugadores, por lo que un programa de un partido de 1875 entre Queen's Park F. C. y Wanderers F. C. en Glasgow identificó a los jugadores por el color de sus gorras o medias. Las primeras espinilleras fueron usadas en 1874 por el jugador del Nottingham Forest Sam Weller Widdowson,

quien cortó un par de protectores de críquet y se los puso sobre sus medias. Inicialmente el concepto fue ridiculizado, pero pronto fue del gusto de otros jugadores. Para el cambio de siglo, las espinilleras se volvieron más pequeñas y se usaron dentro de las medias.

Mientras el juego gradualmente pasaba de ser practicado por amateurs adinerados a profesionales de clase obrera, los equipamientos también cambiaron. Los mismos clubes fueron entonces los responsables de comprar el equipamiento y de los asuntos financieros, y junto con la necesidad del creciente número de espectadores de identificar fácilmente a los jugadores, llevaron a abandonar los pálidos colores de los primeros años a favor de simples combinaciones de colores primarios.



Figura 50. El equipo del New Brompton de 1894 luciendo el equipo típico de la época: un pesado jersey, pantalones por la rodilla, botas altas y pesadas, cinturón y canilleras por encima de las medias.

## **Las Camisetas y su evolución.**

En 1890, La liga de futbol, formada dos años antes, reglamentó que ninguno de los equipos miembros podría tener uniformes similares. Más tarde se abandonó esta regla en favor de otra que estipulaba la obligación de los clubes de tener un segundo equipamiento con colores diferentes al primero. Inicialmente era el equipo local el que debía cambiar su segundo equipamiento en el caso de confusión, pero esta regla se cambió en 1921, instando al equipo visitante a que lo hiciera.

Mientras el juego comenzaba a difundirse por Europa y otras partes, los clubes copiaban uniformes similares a aquellos usados en el Reino Unido y, en algunos casos, la elección de los colores estuvo inspirada en los usados por clubes británicos. Por ejemplo, en 1903 la Juventus de Italia adoptó un uniforme blanco y negro inspirado en el vestuario de Notts County. Dos años después, el Club Atlético Independiente de Argentina adoptó la camiseta roja tras ver jugar al Nottingham Forest. Existe además el caso del Athletic Club y el Atlético de Madrid, quienes compraban directamente el equipamiento del Blackburn Rovers y más tarde del Southampton Football Club, siendo los colores de éste último los que adoptarían definitivamente.



Figura 51. Fotografía del Internazionale en 1910.

En 1904 La Asociación de Fútbol, abandonó la regla que establecía que los pantalones debían cubrir las rodillas y los equipos comenzaron a usarlos mucho más cortos. Inicialmente, casi todos los equipos usaban pantalones de un color que contrastaba con el de la camiseta. En 1909, en un intento de ayudar a los árbitros a identificar a los arqueros entre el montón de jugadores, se modificaron las reglas para establecer que debía lucir una camiseta de un color distinto al de sus compañeros. Inicialmente se especificó que tal atuendo debía ser escarlata o azul real, pero cuando se agregó al verde como tercera opción en 1912, pronto todos los arqueros jugaban en ese color. Generalmente en este periodo usaban una indumentaria de lana más similar a un suéter que a las camisas de los demás jugadores.

En 1920 se llevaron a cabo experimentos esporádicos con camisetas numeradas, pero la idea no avanzó. El primer partido importante que se jugó con camisetas

numeradas fue la final de la FA Cup de 1933 entre el Everton y el Manchester City. Sin embargo, en vez de agregarse los números a los uniformes existentes de los clubes, se hicieron dos equipamientos especiales para la final, una blanca y otra roja y fueron sorteadas con una moneda entre los dos clubes.

En los años 1930 gracias a la disponibilidad de materiales sintéticos y cueros más livianos se avanzó en la fabricación de los botines. Para 1936 los jugadores europeos llevaban botas que pesaban un tercio de las usadas una década antes, con la excepción de los clubes británicos, que no adoptaron estas reformas. Incluso el jugador Billy Wright manifestó su desprecio por el nuevo calzado, declarando que eran más apropiadas para el ballet que para el fútbol.

La selección argentina con el uniforme típico de los años 1960. En el periodo inmediatamente después de la Segunda Guerra Mundial, muchos equipos de Europa se vieron forzados a vestir uniformes inusuales, dados las limitaciones de vestimenta. En los años 1950, los uniformes usados en el sur de Europa y Sudamérica se volvieron mucho más livianos, los cuellos en pico reemplazaron a los cuellos de camisa y las telas sintéticas a las pesadas fibras naturales. Las primeras botas cortadas por debajo del tobillo fueron introducidas por ADIDAS en 1954.

A pesar de que costaban el doble de las botas convencionales hasta entonces, fueron un gran éxito y establecieron la base de la compañía alemana en el mercado del fútbol. Sobre la misma década, ADIDAS también desarrolló los

primeros botines con tapones intercambiables, para acomodarse a las condiciones del campo.

En otras partes, estas mejoras tardaron más en adaptarse; los clubes británicos volvieron a resistirse a estos cambios y mantuvieron equipamientos apenas diferentes a los de antes de la guerra, mientras que los países de la Europa Oriental continuaron usando uniformes considerados fuera de moda. Cuando un equipo del F. C. Dínamo de Moscú hizo una gira por Europa occidental en 1945, generó tantos comentarios por sus grandes pantalones como por la calidad de su juego que con la llegada de competiciones internacionales como la Copa de Europa, el estilo de uniforme del sur de Europa se adoptó en el resto del continente y para el final de la década los equipamientos pesados y las botas de los años previos a la guerra fueron abandonados completamente. En los años 1960 se observaron pocos cambios en el diseño de los uniformes, y los clubes optaron mayoritariamente por colores simples que se visualizaran adecuadamente bajo las entonces novedosas lámparas de los estadios.

En los años 1970 los clubes comenzaron a crear diseños personalizados. En 1975 el equipo inglés Leeds United, que en la década pasada había cambiado sus colores azul y oro tradicionales a un uniforme enteramente blanco, en referencia al Real Madrid, fue el primer conjunto en diseñar un uniforme que saldría a la venta. Motivados por los beneficios económicos, otros equipos lo imitaron, cargando el logo del fabricante y un mayor nivel de diseño.





Figura 52. Real Madrid 1975.

En la primera parte de la década también llegaron los primeros equipos patrocinados, con grandes clubes como el F. C. Bayern de Múnich mostrando nombres de compañías en sus camisetas. En poco tiempo, la mayoría de los principales clubes habían firmado acuerdos semejantes, con la notable excepción de dos de los principales equipos españoles: el F. C. Barcelona y el Athletic Club. Los últimos rechazaron patrocinios hasta 2004, hasta que aceptaron la propuesta del gobierno del País Vasco de lucir la palabra Euskadi en sus partidos de la Copa de la UEFA. En 1974, el jugador Johan Cruyff rechazó vestir el uniforme de la selección holandesa porque la indumentaria de ADIDAS entraba en conflicto con su contrato con Puma. Finalmente se le permitió llevar una versión sin la marca ADIDAS.



Figura 53. Johan Cruyff 1974.

En los años 1980, algunos fabricantes como Hummel y ADIDAS comenzaron a desarrollar camisetas con diseños más complejos, ya que las nuevas tecnologías llevaron a la introducción de nuevos elementos como impresiones con sombras o rayas finas. Los pantalones se volvieron más cortos que nunca durante las décadas de 1970 y 1980, y paulatinamente se volvió habitual agregarle el número del jugador en el frente, aunque su inserción no fue obligatoria en las competiciones de la FIFA hasta 2005. En 1996, el Manchester United introdujo unas camisetas grises diseñadas específicamente para ser usadas con pantalones vaqueros, pero tuvieron que ser abandonadas a mitad de un partido porque los jugadores no se podían ver unos a otros en el campo.

El mercado de las camisetas ha crecido enormemente, generando grandes ingresos ayudados por la frecuencia con la que los equipos renuevan su equipamiento. En el Reino Unido, por ejemplo, este mercado alcanza un valor de más de 200 millones de libras esterlinas. Sin embargo, muchos fanáticos ante la imposibilidad de obtener una camiseta con el número y nombre del jugador

estrella, compran réplicas falsas de estas camisetas, importadas de países como Tailandia y Malasia, dados los altos costos de venta de una original.

El fabricante Puma AG, en un primer lugar le añadió mangas negras para respetar la norma, pero más tarde debió proveer al equipo con un uniforme de una sola pieza, esto fue, camiseta y pantalón juntos. Igualmente

Las camisetas se hacen normalmente de un tejido de poliéster que no aísla el sudor o el calor corporal de la misma manera en la que lo hace una camiseta hecha de fibra natural. La mayoría de los clubes profesionales tienen logos de patrocinadores en el frente de su camiseta, lo que puede generar importantes ingresos, igualmente dependiendo de las reglas locales, puede haber restricciones sobre el tamaño de estos logos o incluso qué logos pueden mostrarse.<sup>22</sup>

Materias primas recicladas juegan un papel importante en la última colección de ropa ligera, el rendimiento del jerseys en la ropa deportiva de Nike, muchos de los cuales serán usados por varios equipos internacionales en las competiciones de este verano.

La Nike Pro Turbospeed se dice que es el traje más ligero, más rápido de la pista, hecho con aproximadamente 82% de tela de poliéster reciclado, utilizando un promedio de 13 botellas de plástico para cada uniforme. Basándose en los datos del túnel de viento, que se dice que es de hasta 0,023 segundos más rápido sobre 100 mts., este uniforme será utilizado por los atletas de los EE.UU., Rusia, Alemania y China para las competiciones por equipos internacionales de este verano. Porque la multinacional norteamericana asegura que, gracias al material

con el que está confeccionado y a su particular diseño, beneficiará a los atletas que lo lleven.<sup>23</sup>

La química de una camiseta de fútbol, Con la temporada de la Premier League, parecía un buen momento para echar un vistazo a los productos químicos que componen su camisa promedio fútbol. Aunque el inicio de una nueva temporada de fútbol no es el tipo de evento que llene de emoción, sigue siendo interesante desde una perspectiva química para examinar los diferentes materiales químicos utilizados y las propiedades que dan a la camisa de acabado.

En el pasado, antes de que los polímeros se utilizaran ampliamente en la ropa, las camisetas de fútbol fueron hechas de algodón, o incluso materiales de lana. Estas tenían la desventaja obvia de ser caliente, además, absorbían el sudor producido, haciéndolos bastante incómoda de llevar. El primer equipo en romper la tendencia de camisas de algodón, y el desgaste de camisas hechas de un material artificial, fueron Bolton Wanderers en final de la Copa FA de 1953. Tristemente, el material exacto utilizado no parece ser registrados en cualquier lugar que he podido encontrar, sólo se describe como un material brillante.

Parece igualmente difícil de rastrear, cuando exactamente las camisas de poliéster entraron en uso común, sino por la década de 1990 camisas de poliéster eran la norma para la mayoría de los clubes. El poliéster es en realidad un nombre para una amplia gama de polímeros; polímeros son largas, como moléculas de cadena formados a partir de muchas moléculas más pequeñas, que se refiere a menudo como monómeros. En el caso de polímeros simples, tales como polietileno, los monómeros son todos iguales, pero en el caso de poliésteres, se necesitan dos conjuntos diferentes de moléculas: un alcohol y un ácido

carboxílico. La reacción de polimerización puede llevarse a cabo en un número de maneras - el más comúnmente utilizado utiliza un diol (una molécula con dos grupos funcionales de alcohol) y un ácido dicarboxílico (una molécula con dos grupos funcionales de ácido carboxílico). Se procede a través de una reacción de condensación, dando el agua como un subproducto.

Tereftalato de polietileno, abreviado a menudo al PET, es el poliéster más comúnmente utilizado. Cuenta con una amplia gama de usos - a partir de botellas de plástico, para bandejas de comida, a las películas delgadas de plástico, y por supuesto en la ropa. En la ropa, poliésteres tienen una gran ventaja sobre las fibras de algodón más tradicionales en que absorben mucha menos agua. El algodón puede absorber 7% de su peso en agua, mientras poliéster sólo absorbe aproximadamente el 0,4% de su peso. Esto hace que sea mucho menos probable que se empapado en sudor durante un partido de fútbol. En cambio, el sudor puede correr por las fibras de la camisa y se evapora; debido a esto se refiere como una tela 'mecha', o más generalmente como una que es respirable. También es durable y no se arruga fácilmente.

Mientras que algunas camisetas de fútbol son 100% poliéster, también es común para otras fibras para ser tejidas en con él para modificar sus propiedades. Elastano es otro polímero que se utiliza a menudo - más conocido como spandex o lycra. En su fabricación, un prepolímero se forma primero de glicol y compuestos de diisocianato, se hace reaccionar en una proporción de 1: 2. Este prepolímero se hace reaccionar después con una diamina, para producir un líquido del polímero elastano. El líquido se hace girar posteriormente en una célula cilíndrica,

y se calienta en presencia de gas nitrógeno, para convertirlo en hebras de polímero sólido.

Mientras el elastano no es tan transpirable como poliéster, tiene otras propiedades. Una de ellas es que se puede estirar hasta aproximadamente el 600% de su longitud antes eventual ruptura, un rasgo que es muy útil en el juego moderno donde camisa tirón es un lugar común. También devuelve fácilmente a su forma original.

Un último tipo de polímero comúnmente utilizado en la fabricación de camisas de fútbol es de poliuretano. Una vez más, este es el nombre para una clase de polímeros, en lugar de un polímero específico; en realidad hemos ya mencionado poliuretanos en un post anterior, ya que son también uno de los polímeros utilizados en la fabricación de balones de fútbol. Los poliuretanos se construyen a partir de compuestos llamados isocianatos y polioles. Las partes medias de estas moléculas se pueden variar para dar diferentes poliuretanos con propiedades diferentes. En camisetas de fútbol, son a menudo el material que las letras, números y patrocinadores de la camisa están hechos de, a pesar de telas u otros materiales también pueden en ocasiones ser utilizados. Ellos se pueden unir térmicamente sobre la camisa usando un sellador de calor, y a diferencia de otros tejidos, tienen la ventaja de ser resistente al agua.

Por supuesto, aunque nos hemos centrado en las camisetas de fútbol, los poliésteres, en particular, se encuentran en una amplia gama de ropa de todos los días, mucha ropa contienen algún porcentaje del polímero. La brillantez de los polímeros es su versatilidad y amplia gama de aplicaciones potenciales<sup>24</sup>

En el mundial Brasil 2014 es realmente especial por el despliegue de tecnología del que hace gala. Nos referimos en primer lugar al estreno de la 3D y las tecnologías que ADIDAS y Nike han creado para los jugadores.

Se trata de TechFit, un conjunto de tecnologías incorporadas a las camisetas, que pretende potenciar el movimiento de los músculos de los atletas y mejorar su rendimiento general, sin tener que necesariamente aumentar el esfuerzo físico.

La característica principal de estos uniformes es un gran X que destaca en la espalda. Ésta no es un elemento decorativo, sino que es parte de una red de bandas de TPU reciclable (poliuretano termoplástico), que tiene por objetivo reducir la resistencia al correr y mejorar la velocidad y salto, a través de la transformación de la energía en mayor aceleración y potencia.

Cuando el atleta se mueve, las bandas elásticas se estiran y se contraen imitando el movimiento muscular, almacenando y liberando energía adicional en el proceso. Los productos de esta línea son de compresión corporal y vienen en tres niveles de ajuste y sin costuras para mayor comodidad.

Según el sitio oficial de TechFit, las pruebas realizadas con jugadores de élite en varios deportes (el futbolista Kaká de Brasil y los rugbiers Richie McCaw y Dan Carter entre otros) demostraron una mejora del 1.1% en la velocidad, 4% en salto y casi un 1% menos de resistencia al correr. Además, lograron acelerar el proceso de recuperación del deportista. A pesar de que estos valores pueden parecer bajos, al alto nivel de competencia actual y a la intensa preparación física de los

jugadores, esta pequeña diferencia podría significarles que la pelota quede adentro o fuera del arco.

Por otro lado, Nike también está aumentando sus esfuerzos para desarrollar tecnologías, en este caso que mantengan más frescos a los futbolistas. Además de contribuir a que las selecciones mejoren su desempeño, se trata de un desarrollo que es amigable con el planeta.

Estas camisetas están hechas de poliéster que se ha obtenido de reciclar cerca de 13 millones de botellas de plástico, con ocho botellas por cada una. El PET para fabricar estos uniformes se obtuvo en basureros de Japón y Taiwán para luego derretirlas y producir un nuevo tipo de tejido. Este proceso de fabricación ahorró el consumo de energía en un 30 por ciento respecto a la fabricación de poliéster virgen. Esta cantidad hubiera sido suficiente para cubrir más de 29 campos de fútbol y, si las botellas se colocaran una junto a la otra, se llegarían a cubrir unos 3.000 kilómetros, una extensión superior a la costa sudafricana. Esta tecnología permite mantener a los jugadores más secos, con un nivel de evaporación del sudor más elevado que el de camisetas anteriores. Además, las novedosas zonas de ventilación a ambos lados de la camiseta aumentan el flujo de aire hasta en un 7 por ciento.<sup>25</sup>

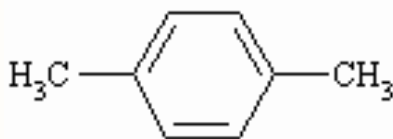
El PET es un tipo de materia prima plástica derivada del petróleo, correspondiendo su fórmula a la de un poliéster aromático. Su denominación técnica es polietilén tereftalato o politereftalato de etileno y forma parte del grupo de los termoplásticos, razón por la cual es posible reciclarlo. El PET (polietilén tereftalato) perteneciente



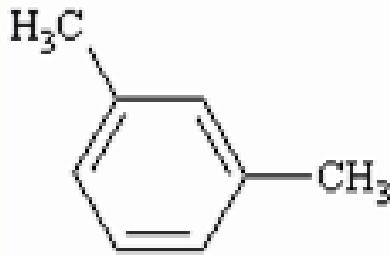
al grupo de los materiales sintéticos denominados poliésteres, fue descubierto por los científicos británicos Whinfield y Dickson, en el año 1941, quienes lo patentaron como polímero para la fabricación de fibras. Se debe recordar que su país estaba en plena guerra y existía una apremiante necesidad de buscar sustitutos para el algodón proveniente de Egipto. Recién a partir de 1946 se lo empezó a utilizar industrialmente como fibra y su uso textil ha proseguido hasta el presente. En 1952 se lo comenzó a emplear en forma de film para el envasamiento de alimentos. Pero la aplicación que le significó su principal mercado fue en envases rígidos, a partir de 1976; pudo abrirse camino gracias a su particular aptitud para el embotellado de bebidas carbonatadas. El camino para casi cualquier plástico producido hoy en día es por medio de plantas petroquímicas, la mayoría de polímeros son el fin del producto de refinación y reformación del petróleo. Los productos petroquímicos son el 2.7% en volumen de cada barril de petróleo crudo.

El dimetilbenceno, conocido comúnmente como xileno, es un importante químico industrial. Ellos son utilizados en la manufactura de tintas, la producción de ácido benzoico y entre otros el ácido tereftalático puro (PTA). Se trata de líquidos incoloros e inflamables con un característico olor parecido al tolueno.

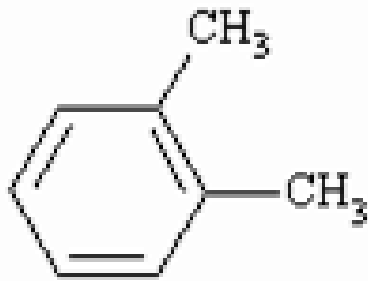
Tipos de xileno



*p-xileno*



*m-xileno*



*o-xileno*

Figura 54. P-xileno, m-xileno, o-xileno

Los xilenos se encuentran en los gases de coque, en los gases obtenidos en la destilación seca de la madera (de allí su nombre: xilon significa madera en griego) y en algunos petróleos. Este es usado en la reacción de polimerización, produciendo una larga familia de poliésteres. El polietilen tereftalato (PET) es uno de ellos, éste comienza con los isómeros (variaciones de la molécula de un compuesto) del xileno. El primer paso es recuperar el para-xileno utilizado para la producción de polímeros. Los tres isómeros del xileno, orto, meta y para-xileno, se separan a través de los puntos de ebullición.

XILENOS	ORTO	META	PARA
Punto de ebullición	144°C	139.3°C	137-138°C
Punto de solidificación	-25°C	-47.4°C	13-14°C

*Fuente: Industria del Plástico, Plástico Industrial.*

Figura 55. Características de los tipos de xileno

El para-xileno recuperado del petróleo crudo y producido a través de la conversión de reacciones es solo uno de los materiales para la síntesis del PET. El otro compuesto necesario es el etileno, el cual es recuperado de la refinación del petróleo crudo. El etileno es tratado con oxígeno en presencia de plata como catalizador para producir óxido de etileno, el cual, reacciona con el agua en presencia de un ácido para producir etilenglicol, uno de los monómeros necesarios para la producción de PET. La reacción es la siguiente:



Figura 56. Producción de PET a partir de monómeros

El p-xileno es oxidado para producir el ácido tereftálico (TA) que es posteriormente esterificado a tereftalato de dimetilo (DMT). Esto puede lograrse mediante una secuencia de dos pasos en donde la oxidación es llevada a cabo por un catalizador de cobalto en presencia de metanol. Ambas reacciones se muestran a continuación. La esterificación es el proceso por el cual se sintetiza un éster, que es un compuesto derivado de la reacción química entre un oxácido y un alcohol.

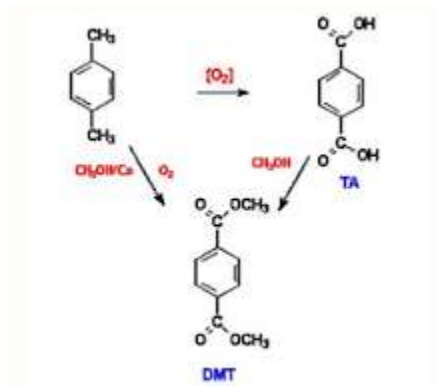


Figura 57. Proceso de esterificación

Industrialmente, se puede partir de dos productos intermedios distintos:

- TPA ácido tereftálico
- DMT dimetiltereftalato

Haciendo reaccionar por esterificación TPA o DMT con glicol etilénico se obtiene el monómero bis-(2-hidroxiethyl) tereftalato, el cual en una fase sucesiva, mediante policondensación, se polimeriza en PET según el esquema.

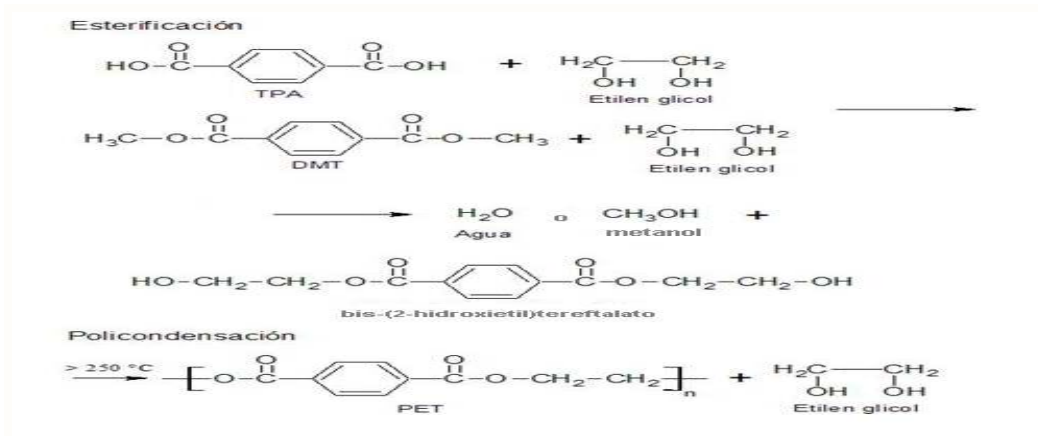


Figura 58. Esquema de esterificación y policondensación del PET

En la reacción de esterificación, se elimina agua en el proceso del TPA y metanol en el proceso del DMT. La reacción de policondensación se facilita mediante catalizadores y elevadas temperaturas (arriba de  $270^\circ C$ ). La eliminación del glicol

etilénico es favorecida por el vacío que se aplica en el reactor; el glicol recuperado se destila y vuelve al proceso de fabricación. Cuando la masa del polímero ha alcanzado la viscosidad deseada, registrada en un reómetro, se romperá el vacío, introduciendo nitrógeno al reactor. En este punto se detiene la reacción y la presencia del nitrógeno evita fenómenos de oxidación. La masa fundida, por efecto de una suave presión ejercida por el nitrógeno, es obligada a pasar a través de una matriz, formando espaguetis que, cayendo en una batea con agua se enfrían y consolidan. Los hilos que pasan por una cortadora (peletizadora), se reducen a gránulos o pellets, los cuales, tamizados y desempolvados se envían al almacenamiento para el posterior conformado en productos útiles. El gránulo así obtenido es brillante y transparente porque es amorfo, tiene baja viscosidad, o sea un bajo peso molecular, para volverlo apto para la producción de botellas serán necesarios otros dos pasos cristalización y polimerización en estado sólido. Con este término se describe el cambio de estructura de los polímeros semicristalinos y que consiste en el fenómeno físico con el cual las macromoléculas pasan de una estructura en la cual su disposición espacial es desordenada, estructura amorfa, transparente a la luz, a una estructura uniforme y ordenada, estructura cristalina, opaca a la luz que le confiere a la resina una coloración blanca lechosa. El proceso industrial consiste en un tratamiento térmico a 130-160°C, durante un tiempo que puede variar de 10 minutos a una hora, mientras el gránulo, para evitar su bloqueo, es mantenido en agitación por efecto de un lecho fluido o de un movimiento mecánico. Con la cristalización, la densidad del PET pasa de 1,33 g/cm<sup>3</sup> del amorfo a 1,4 del cristalino. El granulo cristalizado se carga en un reactor cilíndrico en cuyo interior, durante tiempos muy largos, es sometido a un flujo de

gas inerte con nitrógeno a temperatura sobre los 200°C. Este tratamiento ceba una reacción de polimerización que hace aumentar posteriormente el peso molecular de la resina. El aumento de la viscosidad intrínseca es directamente proporcional al aumento del peso molecular. En esta reacción, mientras se ligan las moléculas, es eliminado parte del acetaldehído que se forma en la primera polimerización. De estos reactores, se descarga PET de elevado porcentaje de cristalinidad con viscosidad Grado para Botella. El PET en general se caracteriza por su elevada pureza, alta resistencia y tenacidad. De acuerdo a su orientación presenta propiedades de transparencia y resistencia química. Existen diferentes grados de PET, los cuales se diferencian por su peso molecular y cristalinidad. Los que presentan menor peso molecular se denominan grado fibra, los de peso molecular medio, grado película y los de mayor peso molecular, grado ingeniería. Este polímero no se estira y no es afectado por ácidos ni gases atmosféricos, es resistente al calor y absorbe poca cantidad de agua, forma fibras fuertes y flexibles, también películas. Su punto de fusión es alto, lo que facilita su planchado, es resistente al ataque de polillas, bacterias y hongos. El PET presenta las siguientes propiedades:

- Procesable por soplado, inyección y extrusión.
- Apto para producir botellas, películas, láminas, planchas y piezas.
- Transparencia (aunque admite cargas de colorantes) y brillo con efecto lupa.
- Alta resistencia al desgaste.
- Muy buen coeficiente de deslizamiento.
- Buena resistencia química y térmica.
- Muy buena barrera a CO<sub>2</sub>, aceptable barrera a O<sub>2</sub> y humedad.

- Compatible con otros materiales barrera que mejoran en su conjunto la calidad barrera de los envases y por lo tanto permiten su uso en mercados específicos.
- Reciclable, aunque tiende a disminuir su viscosidad con la historia térmica.
- Aprobado para su uso en productos que deban estar en contacto con productos alimentarios.
- Excelentes propiedades mecánicas.
- Cristalizable.
- Esterilizable por rayos gamma y óxido de etileno.
- Buena relación costo/performance.
- Se encuentra ranqueado como No.1 en reciclado.
- Liviano.

El PET presenta las siguientes características:

- Biorientación Permite lograr propiedades mecánicas y de barrera con optimización de espesores.
- Cristalización: Permite lograr el incremento del peso molecular y la densidad.
- Esterilización: El PET resiste esterilización química con óxido de etileno y radiación gamma.
- Resistencia química, Presenta buena resistencia en general a: grasas y aceites presentes en alimentos, soluciones diluidas de ácidos minerales, álcalis, sales, jabones, hidrocarburos alifáticos y alcoholes. Posee poca resistencia a: solventes halogenados, aromáticos y cetonas de bajo peso molecular.

-Alternativas ecológicas: Retornabilidad, Reuso de molienda Fibras, Polioles para poliuretanos, Poliésteres no saturados, Envases no alimenticios, Alcohólisis/Metanólisis, Incineración.

En extrusión por soplado se pueden utilizar equipos convencionales de PVC, teniendo más versatilidad en la producción de diferentes tamaños y formas. Fibras telas tejidas, cordeles, etc. En la industria textil, la fibra de poliéster sirve para confeccionar gran variedad de telas y prendas de vestir. La ropa hecha con esta fibra es resistente a arrugarse. Estas fibras son conocidas como Dacron y Fortrel y son ampliamente usadas en bienes de consumo como ropa y telas. También se realiza, con el PET, telas no tejidas. Debido a su resistencia, el PET se emplea en telas tejidas y cuerdas, partes para cinturones, hilos de costura y refuerzo de llantas. Su baja elongación y alta tenacidad.<sup>26</sup>

## **Balón de futbol**

Los primeros balones utilizados en los máximos eventos deportivos de este deporte hasta los últimos diseñados por la prestigiosa marca ADIDAS principal productora de balones en el mundo.

Data de principios de siglo XX. Estaba hecho de auténtica piel.<sup>27</sup> El cuero posee diferentes características, por las cuales se puede determinar las propiedades tanto físicas como químicas, de inicio sería la humedad, el contenido de humedad es una característica importante del cuero y su determinación se clasifica a menudo en pruebas con químicos. El contenido de humedad de la piel va a cambiar dependiendo de las condiciones externas a las que está expuesta y esto



a menudo puede ser la causa de los cambios en las propiedades físicas del cuero. La grasa da la flexibilidad y manejo a la piel. La cantidad de grasa se determina mediante la extracción de una muestra de cuero con un disolvente. Un número de técnicas disponibles para este pero el método tradicional utiliza un sistema de extracción soxhlet. Los niveles de grasa en un cuero pueden variar de 1 o 2 por ciento hasta el 15-20 por ciento, dependiendo del tipo y el uso final previsto de la piel.

La determinación del nivel de materia soluble en agua en piel indica el grado de taninos suelto, colorantes, sales y otras sustancias presentes. Estas son sustancias que se han añadido como parte del proceso de curtido.

La mayoría de cuero tiene un valor de pH en el rango de 3.2-5.5, y así se considera ácida. Esto es como resultado del proceso de curtido utiliza para convertir las pieles de animales en cuero y normalmente no debe presentar problemas para los que trabajan con la propia piel o para los usuarios de los productos terminados. Sin embargo, un pH muy bajo puede indicar que el proceso de curtido no se ha llevado a cabo correctamente. Los cueros con bajos valores de pH puede degradar prematuramente y otros materiales utilizados en el producto acabado también puede verse afectada, tales como hilos o telas de algodón. El pH es sin duda uno de los parámetros más importantes en todas las operaciones químicas del procesamiento del cuero, ya que este, por estar constituido de proteína con carácter anfótero, modifica la forma de reacción con varias sustancias en función del valor de pH del medio.

Las propiedades físicas que hacen cuero un material único y valioso son: Resistencia a la tracción de alta, la resistencia al desgarrar, alta resistencia a la flexión, alta resistencia a la punción, buen aislamiento térmico, el cuero contiene una gran cantidad de aire, que es un mal conductor del calor, es inherentemente resistente al calor y las llamas. La resistencia al ataque químico y las atmósferas de las ciudades modernas están contaminadas por la quema de combustibles de carbono con dióxido de azufre gaseoso, que puede acelerar el deterioro de los cueros.<sup>28</sup>

La curtiembre trata sus efluentes de la siguiente manera:

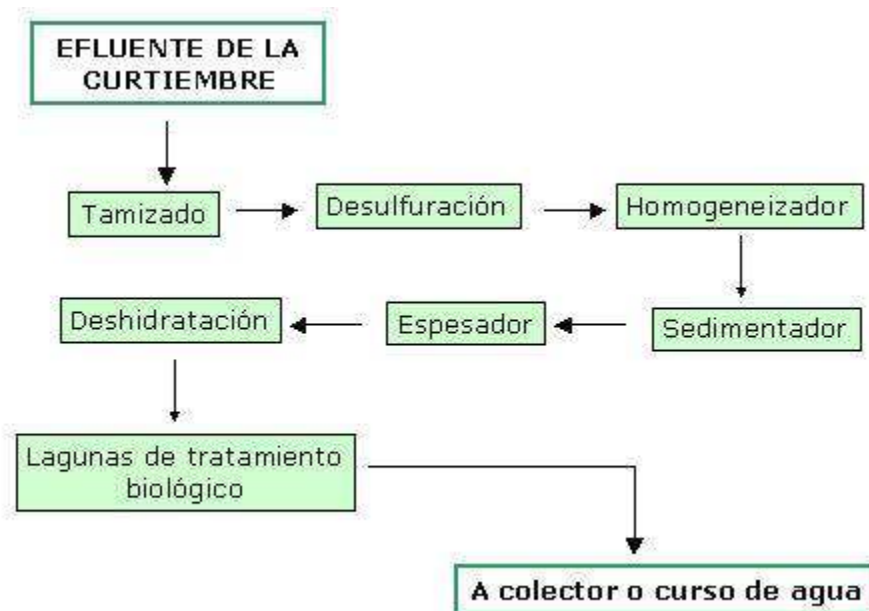


Figura 59. Diagrama de Curtido

### Tamizado

Se eliminan las partículas en suspensión por medio de rejillas de diferentes distancias de separación.

## Desulfuración

Es la eliminación del Sulfuro de Sodio, que puede realizarse sobre el efluente del pelambre y del lavado o bien, sobre el efluente previamente homogeneizado, lo que depende de la alternativa de tratamiento adoptada. Los métodos utilizados son: oxidación catalítica por el aire (más difundido), precipitación con sales de Hierro, oxidación química con Peróxidos, recuperación del Sulfuro para ser reciclado, Homogeneización.

Se trata de regularizar las características del efluente, dado que hay aportes de etapas distintas que general efluentes diferentes. En particular, permite homogeneizar el pH por autoneutralización del efluente y también ocurre la autofloculación de los productos en suspensión en esta etapa. A su vez, debido a la frecuencia irregular de vertido de efluentes, este permite regular el caudal descargado.

## Sedimentación primaria

Los sólidos decantables se depositan en el fondo del decantador, previo ajuste del pH. Por acción de la gravedad son separados, denominándose barros primarios, junto con los cuales se pueden extraer grasas. Este es uno de los aspectos más difíciles de resolver, dada la magnitud del volumen de barros. Para dar una idea del volumen que genera una curtiembre de 500 cueros/día, puede calcularse en el orden de 30 m<sup>3</sup>/día que no deben mantenerse como tales. Para eso se espesan y se escurren. El cromo se precipita aquí y se extrae junto con los barros.

## Espesador

Se depositan los barros en un recipiente (con o sin raspador) se concentran y se reduce el volumen de los barros sensiblemente. El sobrenadante de esta etapa recircula al tanque de homogeneización.

## Deshidratación

Los barros pasan a los lechos de secado donde alcanzan el contenido de humedad que permita su posterior deposición. Los líquidos que escurren pasan a las piletas de tratamiento biológico.

## Piletas de tratamiento biológico

Cuando el espacio lo permite, se dispone de dos o más estanques en serie donde se vierte el efluente. Una de ellas es de carácter anaeróbica-aeróbica llamada facultativa y las otras aeróbicas. Esto está en relación directa con el tipo de población bacteriana predominante en cada laguna y depende además de la concentración de Oxígeno disponible. El efluente permanece en cada una de ellas un tiempo predeterminado, llamado tiempo de residencia, que es uno de los aspectos fundamentales del diseño del tratamiento. Transcurrido ese plazo el efluente se desagota en el curso de agua.

Este sistema de tratamiento conocido como secundario, está en estrecha relación con el tamaño de la curtiembre, es decir con los cueros/día y también con las características de los efluentes.<sup>29</sup>

En 1900 se conoce este modelo es el primero en la historia del futbol. Su cosido era muy parecido a un balón de baloncesto. Los paneles cosidos de forma transversal. Por supuesto no pertenece a ningún mundial, pero es interesante conocer cómo eran los primeros balones.



Figura 60. Diseño de Balón de futbol en el año 1900, Balón de futbol 1900.

El modelo T-Shape en 1930 fue utilizado en el primer Mundial de Futbol realizado en Uruguay. Se caracteriza principalmente por sus paneles en forma de T. Hay un total de 12 gajos en forma de T. También por aquella época se utilizaba otro modelo, formado por 12 gajos cocidos a mano. Con el paso del tiempo este modelo se ha convertido en el balón de referencia de los antiguos balones de cuero, si no, fijaros que en todos los escudos de fútbol, si hay algún balón antiguo de fútbol, es este diseño.

En la final del primer Mundial de la historia se jugó con balones de diferentes modelos según la petición de los equipos: los balones 'argentinos' o los 'uruguayos'. En Uruguay se emplearon balones de cuero de color marrón oscuro,

gajos rectangulares y costura exterior, lo que ocasionaba dolor y hasta traumas a los jugadores que los cabecebaban.



Figura 61. Balón de futbol mundial Uruguay 1930.

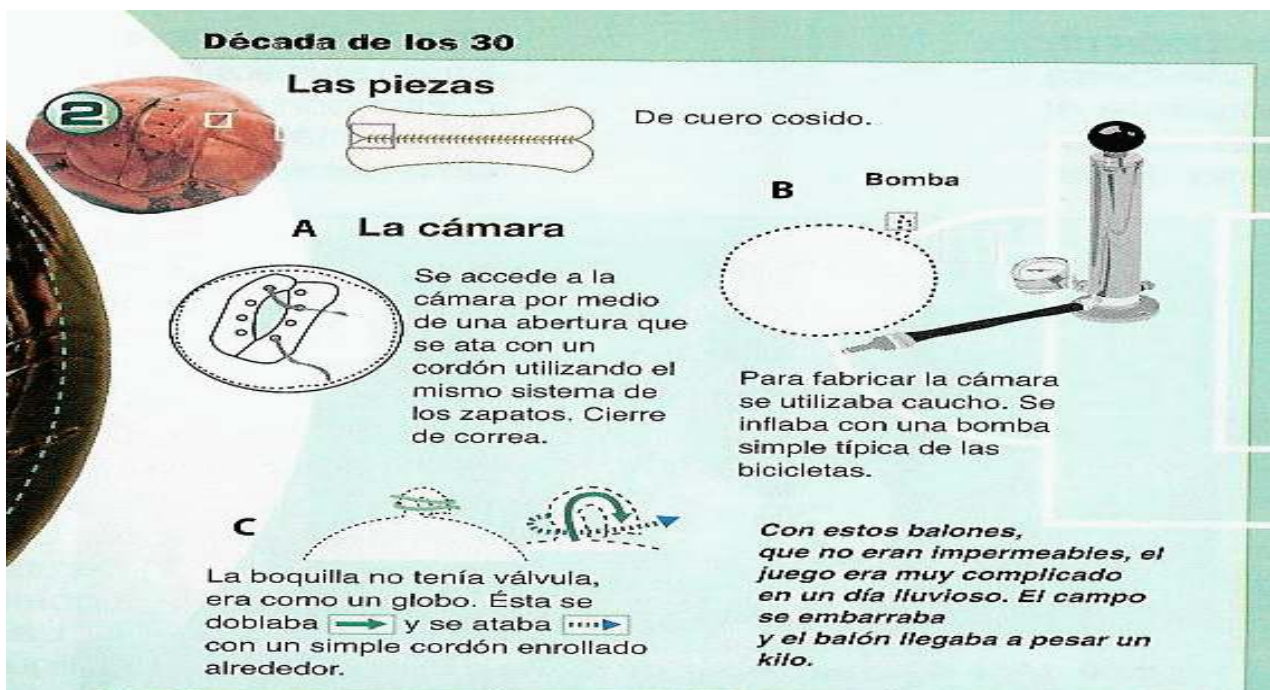


Figura 62. Diseño de balón 1930



Figura 63. Balón de futbol 1930

Modelo utilizado en el mundial de Italia 1934. Formado por 12 paneles acabados en punta. Hoy en día quedan muy pocos modelos de aquella época. Como se ve en la foto, tiene un cocido por donde se hinchaba la válvula, modelo muy parecido a su antecesor.



Figura 64. Balón de futbol 1938

1938 ALLEN este modelo fue de los primeros en tener nombre, se conocía como Allen, y era la marca que suministro los balones en el mundial de Francia 1938, siendo de las pocos eventos donde no se uso la marca ADIDAS. Está formado por 12 o 13 gajos, el de la foto tiene 13, debido que la zona donde está el cocido,

estaba formado por tres gajos, no por dos como es normal en el resto del balón. La pelota que mantuvo color, costura y dureza heredada de los modelos anteriores, tenía 12 paneles y un acordonamiento.

La vejiga interior del balón fue reemplaza por una válvula que se inflaba a través de un pico, dejando de lado la rígida costura, pudiendo así los jugadores cabecear la pelota sin miedo de quedar traumatizados. No era de extrañar que en el Mundial de Francia, 17 goles de los 84 fueran anotados con la cabeza.



Figura 65. Balón de fútbol Mundial Francia 1938

El balón utilizado en la década de los 50, y por supuesto en el mundial de Brasil 1950. Formado por 12 gajos. Este modelo revolucionó la "tecnología" de la fabricación de balones porque fue el primero que ya no tenía ningún tipo de cocido como se puede ver en las fotos. Para hincharlo disponía de una válvula parecida a los de hoy en día pero seguía siendo hecha de piel autentica. Material utilizado era el caucho. Al no tener cosido, el balón era menos peligroso para ser golpeado con la cabeza. Ya que con los modelos más antiguos, los jugadores podían tener lesiones graves al rematar de cabeza llegar a abrir una ceja.



En los torneos de Brasil 1950, Suiza 54 y Suecia 58, se mantuvo el formato de la pelota utilizado años atrás, con la diferencia de en aquellas ocasiones los gajos tenían forma de 'T'. En el primer campeonato de postguerra en Brasil, por primera vez los futbolistas jugaron con un balón sin costura. En Suiza para hacer la pelota impecablemente redonda la hicieron de 18 paneles que tenían formas diferentes. Mientras en Suecia 1958, los gajos empezaron a coserse en forma de zigzag para disminuir la presión en las costuras.



Figura 66. Balón de fútbol mundiales 1950. 1954 y 1958

Balón utilizado en el mundial de Suiza en 1954. Estaba formado por 18 gajos entrelazados, algo nuevo hasta el momento. El objetivo era conseguir que fuera lo más esférico posible. También por primera vez se usa tinta de color amarillo. Estaba Seri grafiado con las palabras "Swiss World Champion Match Ball".



Figura 67. Balón de fútbol mundial 1954

Balón utilizado en el mundial de Suecia en 1958. El diseño muy parecido al anterior modelo, pero esta vez el cocido no está entrelazado. Formado también por 18 gajos.



Figura 68. Balón de fútbol mundial 1958

SANTIAGO Primer balón que dejó los gajos por octágonos. Modelo utilizado en el mundial de Chile 1962. La marca ADIDAS lanzo una serie limitada de este magnífico balón. Único modelo que está formado por octágonos. Las tiras largas fueron reemplazadas por secciones octagonales. Eso sí, continuaban las quejas de los jugadores respecto a la calidad de la piel: en la lluvia absorbía mucha agua, poniéndose los balones mucho más pesados. Sin embargo mejoró la tecnología de su fabricación y se hacían de muchos gajos con lo cual se lograba una esfera bastante precisa.



Figura 69. Balón de futbol 1962

Conocido como Challenge, traducido como reto. Utilizado en el mundial de 1966 en Inglaterra. Un modelo bastante original, parecido al de 1958. Estaba en tres colores, naranja, amarillo y blanco. En naranja se jugó la mayor parte del torneo.. Este modelo fue el último en el que no había una marca reconocida detrás, a partir de entonces ADIDAS toma el diseño los balones para los mundiales. Ocho fábricas especializadas fabricaron 300 balones oficiales con curiosas innovaciones: los gajos vuelven a ser rectangulares pero cambian los colores naranja, amarillo y blanco. Los productores ponían los nombres de marcas dentro de la pelota. En Inglaterra aparecieron por primera vez los ahora imprescindibles recogepeletas.



Figura 70. Balón de futbol Mundial Inglaterra 1966

Con el paso del tiempo los balones utilizados en las Copas Mundiales de Fútbol han experimentado una evolución notable de sus características, gracias a las nuevas tecnologías que permitían mejorar tales parámetros como esfericidad, circunferencia, peso, pérdida de presión, absorción de agua, capacidad de rebote, velocidad y diseño.

A continuación se presenta una guía de los balones que se usaban en los diferentes campeonatos mundiales cuyo diseño ha experimentado una notoria evolución a lo largo del siglo XX.

Desde los años 70 las pelotas de cada Mundial han sido diseñadas por el proveedor oficial que en el torneo de 1970 era la compañía alemana ADIDAS.

Por primera vez el balón recibió el nombre oficial 'Telstar' y se volvió bicolor - blanco y negro- para poder tener una mejor imagen televisiva. El ADIDAS Telstar, México 1970 Estaba fabricado de cuero, tenía 32 piezas cosidas a mano: 12 pentágonos negros y 20 hexágonos blancos, lo que permitía obtener la esfera más perfecta hasta ese momento. Fue el primer balón de fútbol blanco decorado con pentágonos negros lo que se ha convertido en un clásico, el logo estaba pintado de color dorado. Su nombre significó "estrella televisiva", ya que el de México 1970 fue el primer mundial en ser televisado en vivo y en directo. El diseño provocó que el balón fuera mucho más visible en los televisores en blanco y negro de la época, y hasta el día de hoy éste sigue siendo el arquetipo de todos los balones de fútbol genéricos.



Figura 71. Balón de fútbol Mundial México 1970

'Telstar Durlast' preservó la forma del anterior, sólo cambió el color de las letras de su nombre de dorado a negro y comenzó a ser impermeable. Telstar y ADIDAS de Chile, Alemania 1974 En Alemania '74 se utilizaron dos balones, "Telstar" repitió su aparición con el nombre de la marca en negro (antes en dorado) y, gracias a su éxito, ADIDAS lanza una versión completamente en blanco del "Telstar" con el nombre de ADIDAS "Chile", llamado así por un balón blanco usado en un juego en Chile 1962. Los materiales y las técnicas que se utilizaron en el "Telstar" y en el "Chile" fueron las mismas que las que se usaron cuatro años antes.



Figura 72. Balón de fútbol Mundial Alemania 1974

El 'Tango Riverplate'. El balón más caro de todos los campeonatos por el nuevo diseño que llegó a ser ejemplar para las posteriores cinco Copas del Mundo. Cambia el método de nombre haciendo referencia a alguna característica típica del país. En este caso fue bautizado 'Tango' en conmemoración a la música

popular del mencionado país. El ADIDAS Tango, Argentina 1978, este año el diseño futbolístico experimentó una nueva revolución con la presencia del Tango. Sus veinte piezas con "tríadas" creaban una ilusión óptica de que había 12 círculos idénticos. Durante las siguientes cinco ediciones de la Copa Mundial de la FIFA (hasta 1998 incluido), el balón oficial se basó en este diseño. El "Tango" ofrecía una mejor impermeabilización y se inspiraba en la intensa pasión, emoción y elegancia de Argentina.



Figura 73. Balón de futbol Mundial Argentina 1978, Tango rosario, River Plate y Durlast

Tango España. Se repitió el modelo anterior pero se combinó el cuero con el poliuretano. El Tango, España 1982, El diseño inicial del Tango de 1978 se alteró muy poco en 1982, aunque lo cierto es que el Tango España contaba con una innovación tecnológica muy importante: presentaba unas revolucionarias costuras impermeables, lo que reducía considerablemente la absorción de agua y, por tanto, mantenía al mínimo el aumento de peso del balón en caso de lluvia. El Tango España fue el líder de una familia cuyos "miembros" estaban especializados en diferentes sectores. Por ejemplo, estaban el Tango Mundial,

modelo líder probado en túnel aerodinámico; el Tango Alicante, el modelo especial para iluminación artificial; el Tango Málaga, óptimo para superficies duras, y el Tango indoor para fútbol de salón. La gama de balones no sólo se ofreció en el color básico blanco, sino también en anaranjado y amarillo.



Figura 74. Balón de fútbol Mundial España 1982

El ADIDAS Azteca, México 1986. El balón para la Copa Mundial FIFA México 1986 revolucionó los juegos y las técnicas de producción. El "Azteca" fue el primer balón oficial para una Copa Mundial fabricado con materiales sintéticos, los cuales aumentaban su durabilidad y reducían la absorción de agua. Con su extraordinario desempeño en tierra, en mayores altitudes y en condiciones húmedas, "Azteca" representaba un enorme adelanto para el fútbol. Su diseño decorativo tan elaborado y elegante estaba inspirado en la arquitectura y murales del país sede.

'Azteca' (con diferentes versiones de 'Azteca Puebla' y 'Azteca Acapulco'). La sustitución de la piel natural por la sintética redujo considerablemente la absorción de agua. El ornamento fue hecho con motivos florales.



Figura 75. Balón de fútbol Mundial México 1986

El ADIDAS Etrusco, Italia 1990. Fue el primer balón de competición de la historia con una capa interna de espuma negra de poliuretano, de tal forma que la impermeabilización era total, y la pelota era más ligera y rápida. El nombre y sus elaboradas figuras se inspiraron en la historia antigua italiana y en la producción artística de los etruscos. Tres cabezas de león etruscas decoraban cada una de las 20 tríadas de este balón. 'Etrusco' esta esfera estaba formada de 32 piezas individuales de materiales sintéticos. Alta tecnología proporcionaba una buena capacidad de rebote. Italia 1990 el nombre elegido fue 'Etrusco'. El diseño de este modelo incluía un león etrusco tricéfalo en las tríadas.



Figura 76. Balón de fútbol Mundial Italia 1990.



El Questra, Estados Unidos 1994. En 1994 ADIDAS lanzó el primer balón de Alta Tecnología. De espuma de poliuretano blanca, la cual hacía al “Questra” más suave al tacto, más controlable y mucho más rápido. Este balón estaba inspirado en la tecnología espacial, los cohetes de gran velocidad y la “Carrera Espacial de los Estados Unidos” (de ahí su nombre “Quest for the stars”). “Questra” estableció nuevos estándares de desempeño. 'Questra'. Hecho por cinco materiales diferentes con poliuretano como material básico, lo que le permitió reducir el peso hasta los 403 gramos.



Figura 77. Balón de fútbol Mundial Estados Unidos 1994.

El ADIDAS Tricolore, Francia 1998 Fue el primer balón de competición multicolor. La bandera tricolor y el gallo, símbolos tradicionales de la República Francesa y de su selección nacional de fútbol, inspiraron el nombre y el diseño del balón. Incluía una capa de “espuma sintética”, un avanzado material compacto compuesto de microburbujas rellenas de gas, cerradas individualmente y muy resistentes. La espuma sintáctica aumentó aún más la durabilidad del balón, su recuperación energética y su capacidad de respuesta. 'Tricolore' los franceses en honor a la bandera del país organizador introdujeron el tricolor rojo, blanco y azul en vez del

blanco y negro. El balón tenía micro-burbujas llenas de gas, cerradas y altamente resistentes, que le hacía mucho más precisa, blanda y veloz.



Figura 78. Balón de fútbol Mundial Francia 1998.

El ADIDAS Fevernova , Corea y Japón 2002, el ADIDAS “Fevernova” fue el primer balón oficial que rompía con el diseño tradicional del “Tango” de 1978. El diseño tan colorido y revolucionario estaba basado completamente en la cultura Asiática. El “Fevernova” tenía una capa de espuma sintética mejorada para darle al balón mejores características de desempeño, además de un chasis de tres capas tejido que permitía mayor precisión en el tiro. 'Fevernova' (el nombre significa 'fiebre' que provoca este campeonato en todo el mundo). Este balón de 6 capas tuvo mala aceptación entre los aficionados que lo criticaban por la excesiva y poco comprensible simbología oriental (en realidad representaban turbinas como símbolo de avances tecnológicos de los países anfitriones).



Figura 79. Balón de fútbol Mundial Corea – Japon 2002.

El Teamgeist, Alemania 2006, hace referencia al "espíritu de equipo". Elimina las irregularidades superficiales para crear un balón perfectamente redondo. Mejora la precisión y la potencia. Tiene dos presentaciones: blanco - negro, y blanco - dorado (sólo para la disputa de la final). Según ADIDAS, la clave del rendimiento del Teamgeist es su configuración de 14 piezas, que reduce la cantidad de puntos de contacto entre tres piezas en un 60% (de 60 a 24) lo que hace su superficie exterior prácticamente lisa. 'Teamgeist' el balón más revolucionario de todos los campeonatos, había sido testado durante 3 años para lograr una máxima precisión a la hora de golpearlo.



Figura 80. Balón de fútbol Mundial Alemania 2006.

El Balón 'Jabulani'. Los 11 colores del balón corresponden a 11 lenguas oficiales de África del Sur, la cantidad de comunidades en el país y jugadores del equipo. En la fabricación de la pelota se usaron tecnologías muy sofisticadas para aplicar en la superficie asperezas casi imperceptibles para hacerla más rápida y manejable. La capa de supercarbonato ayuda a precisar los tiros.

El Jabulani, con sus 440 gramos, se encuentra en la parte alta del rango de pesos permitido al balón (420-445g). Además, se caracteriza por un bote uniforme, una gran redondez y por una nula absorción de agua, con lo que su peso no aumenta en campos mojados, ni con la lluvia. Respecto al Teamgeist del Mundial de Alemania en 2006, ha reducido los paneles de 14 a sólo 8 y evita las costuras con un sellado térmico. El Teamgeist demostró tener mejores coeficientes de sustentación al girar en los lanzamientos con efectos frente a los balones tradicionales de 32 paneles. Esto implicaría un mayor peso de los efectos. Faltará conocer los resultados del Jabulani, que quizá también sean elevados. El nuevo balón incorpora rugosidades para evitar ser un balón demasiado liso y difícil de controlar que podría presentar problemas aerodinámicos.

Sabemos que los balones padecen una crisis aerodinámica, en torno a los 80 kilómetros por hora. Si la atraviesan durante el vuelo hacia portería pierden velocidad, mientras empeora la penetrabilidad. Aunque parezca raro, esa zona de crisis les hace aumentar súbitamente la resistencia al avance mientras disminuyen la velocidad. Es debido a un cambio súbito de envoltura. La capa de aire que los envuelve cambia de turbulenta a laminar, mientras pasa de ser ligeramente superior a 0,2 a situarse en torno a 0,5. Cuando esto se produce cerca del portero es difícil que éste pueda adivinar la trayectoria que tomará el balón. También se han descrito trayectorias erráticas en balones chutados con la puntera y sin giro. En ellos es difícil conocer la trayectoria precisa que tomará el balón, pero a falta de mayores estudios aerodinámicos nada hace sospechar que el Jabulani sea más propenso a trayectorias erráticas que sus predecesores.

Está moldeado esféricamente de etileno acetato de vinilo (o goma EVA) y poliuretano termoplástico (TPU). La superficie del balón está texturizada con surcos, una tecnología de ADIDAS llamada Grip 'n Groove que mejora la aerodinámica de la bola. Así mismo, el diseño del balón recibió mucha ayuda de los investigadores de la Universidad de Loughborough, Inglaterra.<sup>30</sup>



Figura 81. Balón de fútbol Mundial Sudáfrica 2010.

**Así es el Jabulani, el balón del Mundial**

Jabulani significa «celebrar» en zulú. Los 11 colores del balón son un reflejo simbólico de los 11 jugadores de cada equipo, de los 11 idiomas oficiales de Sudáfrica y de las 11 comunidades sudafricanas que darán la bienvenida al primer Mundial de fútbol que se celebra en África. Tiene una redondez exacta, gracias a ocho paneles 3D contruados de forma esférica.

**Panel triangular 3D**  
La tecnología «Thermal bonding» de Adidas patentada hace que el balón sea totalmente a prueba de agua y que tenga un comportamiento homogéneo en cualquier condición.

**Textura aerodinámica**  
Da a los jugadores completo control del balón bajo todas las condiciones climáticas.

**Ranuras**  
Las ranuras del nuevo balón de Adidas tienen como objeto hacer un balón más estable.

**Tecnología aplicada al balón**  
Ocho paneles 3D EVA formados ultrasonicamente y paneles TPU moldeados juntos forman el armazón del Jabulani.

1. Cámara de látex
2. Poliéster y algodón
3. Panel triangular 3D
4. Panel tripode 3D

**Carcasa interior de poliéster y algodón**

**Cámara de látex naranja**

**Panel de tres puntos 3D**

**Comparativa entre el Jabulani y el balón de la Liga 2009-10**

Balón T90: 499 gr

Adidas Jabulani: 440 gr

Figura 82. Características de Balón de fútbol Jabulani.

El fútbol de la Eurocopa de Polonia y Ucrania volverá a bailar a ritmo de tango. El 'Tango 12' es el balón que utilizarán los cracks en la gran cita internacional del 2012, un esférico que recupera el diseño del 'Tango' original, utilizado con anterioridad hasta en tres ediciones, en las citas europeas de Italia 1980, Francia 1984 y Alemania Federal 1988.

Eran otros tiempos. El Tango había sucedido con éxito al primero de los balones más célebres de la Eurocopa: el 'Telstar', que también perduró durante tres ediciones, de 1968 a 1976. Con un revestimiento de poliuretano, el 'Telstar' dejó paso al 'Tango', cuya segunda edición, en 1984, fue el primer balón que no fue fabricado con piel. Dicha pelota debe su nombre a que fue diseñada con motivo del Mundial de Argentina de 1978. Repetiría a nivel mundial, además, cuatro años después, en el Mundial de España.

La gran revolución llegaría en los años noventa, con diseños más atractivos y con la implantación de grandes avances tecnológicos que, a priori, debían resultar beneficiosos para el juego. El primero de ellos fue el 'Etrusco Único', que ya había debutado con éxito en el Mundial de Italia de 1990. Con él se empezó a desarrollar a fondo la utilización de nuevos materiales sintéticos y se consiguió implantar un nuevo revestimiento mucho más resistente al agua. El diseño también llamaba la atención, inspirado en la historia antigua italiana y la cultura de los etruscos, donde destacaban tres cabezas de león en varias tríadas del esférico.

En la Eurocopa de Inglaterra de 1996, donde puso su broche final con el gol de oro del alemán Oliver Bierhoff en la gran final disputada en Wembley ante la talentosa República Checa.

Sería a partir del 2000 cuando los balones de la Eurocopa serían diseñados exclusivamente para dicha competición. El primero de ellos fue el 'Terrestra', utilizado en la 'Euro' de Holanda y Bélgica -comprendido entre el 'Tricolore' de Francia '98 y el 'Fevernova' de Corea y Japón 2002-, que también presentó una mejora en su estructura, con el objetivo de amortiguar mejor los impactos, y que también presencié el último gol de oro en una gran competición internacional de selecciones, obra de David Trezeguet en la final ante Italia.

La polémica llega en las últimas ediciones con la llegada del 'Roteiro' en 2004 arrancaron las primeras y fuertes críticas -con el mundialista 'Fevernova' ya se habían alzado algunas voces- hacia un balón de diseño atractivo pero que no gustó a muchos jugadores. Se trataba del primer esférico no cosido a mano, una gran innovación lograda mediante el termo-cosido de los paneles. Sin embargo, las críticas a sus imprevistas reacciones en su trayectoria no se hicieron esperar y fueron muchos los jugadores y técnicos que consideraron como "horrible" el balón de la 'Euro' de Portugal, recordado por muchos como un "balón de playa" por sus 'extraños'.

En 2008, la edición más recordada por la afición española, el 'Europass' sucedía al 'Teamgeist' del Mundial de Alemania y consiguió su propósito al dejar que el protagonista fuese el fútbol y eludir las polémicas de algunos de sus

predecesores. Un nuevo Sistema de paneles y una textura externa que permitía un mayor agarre fueron las principales novedades del último balón de ADIDAS que capeó con éxito el temporal de las críticas. Algo que no pudo evitar en 2010, en el Mundial de Sudáfrica, donde los porteros pusieron el grito en el cielo con las trayectorias que describía el célebre 'Jabulani'. Las innovaciones en la ligereza del esférico provocaron trayectorias inusuales en la mayoría de disparos de mediana y larga distancia que desembocaron en multitud de críticas de la mayoría de selecciones.

El 'Tango 12', un punto de inflexión de la Eurocopa de Polonia y Ucrania quiere enterrar las polémicas del pasado y recuperar el brillo y la elegancia del 'Tango' original, sin dejar de lado las innovaciones tecnológicas. Presenta una nueva textura en su superficie que permite al futbolista un mayor control. Los paneles vuelven a estar cosidos térmicamente, por lo que la impermeabilización vuelve a ser prácticamente total. En cuanto al diseño, además de recuperar la sobriedad del 'Tango' original, destaca la inclusión de algunos motivos que evocan las banderas de las anfitrionas de la 'Euro'. El resto de evoluciones dictaminará si el 'Tango 12' será recordado con estima o con la polémica que acompañó al 'Roteiro' y al 'Jabulani'. Su extrema ligereza no acaba de invitar al optimismo. En cualquier caso, a partir del 8 de junio saldremos de dudas.<sup>31</sup>



## BALONES HISTÓRICOS DE LA EUROCOPA



Figura 83. Balones usados en las Eurocopas

## Zapatos de fútbol

La mayoría de los jugadores se calzan botas de fútbol, que pueden estar hechas de cuero o de materiales sintéticos como el poliuretano. Las botas modernas están ligeramente cortadas bajo los tobillos, en contraposición a las altas botas de décadas pasadas, y tienen tapones insertados en las suelas. Estos pueden ser parte fija de la suela, pero también existen versiones en los que se pueden retirar con un destornillador. Existen muchos tipos de tapones, y su cantidad y distribución debe amoldarse a las características del terreno. Como regla general debemos saber que a mayor número de tacos, menor adherencia y por lo tanto menor posibilidad de sufrir una lesión en terrenos blandos. La distribución adecuada de los mismos entre el talón y el resto del pie es de vital importancia para evitar torceduras o lesiones en las rodillas o tobillos durante la rotación del pie mientras éste se encuentra encajado en el terreno. De la misma manera, las suelas, hechas principalmente de caucho o poliuretano, pueden variar en su

rigidez de una bota a otra, puesto que se prefieren suelas más blandas en terrenos barrocos.

Algunas botas modernas se caracterizan por tener diseños desarrollados científicamente, además de innovaciones como bolsillos de aire en las suelas y tapones más afilados; pero estos modelos generaron controversias dado que muchos entrenadores los acusaron de favorecer las lesiones tanto de jugadores opuestos como de quien los porta. Algunos jugadores eligen usar deliberadamente botas ligeramente más pequeñas que las correspondientes a su talla, ya que afirmaron sentir que esto aumenta su control de la pelota. Sin embargo, esta práctica a veces puede generar lesiones.

Las reglas no especifican alguna restricción sobre el color del calzado, por lo que comenzamos a ver, aunque a lo largo de la historia predominó el uso del negro o colores oscuros, varios fabricantes, como la empresa estadounidense Nike, lanzando al mercado botines dorados, blancos, rojos, amarillos, verdes e incluso rosados.

En la actualidad el zapato y el mercado de ropa deportiva están dominados por grandes empresas como: Nike, Reebok, Puma, ADIDAS por mencionar algunas, estas se han puesto como función el desarrollo de ropa que permita aumentar el rendimiento de los atletas, dichas empresas luchan cada año para adquirir mayor cantidad de consumidores y mejor posición de mercado, así como el gasto de millones de dólares en investigación y perfeccionamiento y mejora de sus productos.

Nike es reconocida internacionalmente como líder en la fabricación de calzado y prendas de vestir innovadora que mejora el rendimiento. Esto le ha dado una visibilidad aún mayor y la exposición entre los atletas de alto nivel y amateurs.

ADIDAS ha sido considerado como una marca internacional, que se ha abierto paso en los EE.UU. en los últimos años Su división de ropa ha mejorado su oferta, y ahora produce ropa, calzado y accesorios para profesionales y amateurs.

En la actualidad el deporte es un claro ejemplo del consumismo y de la mercadotecnia, ya que el consumo de los bienes deportivos está vinculado a la figura corporal y la apariencia, ya que ahora el hacer deporte implica hacerlo en espacios públicos donde se exhibe la indumentaria.

El primer producto deportivo del que se tiene registro son unos zapatos con clavos hechos hace 115 años, a partir de ese momento el desarrollo de los accesorios para el deporte fue constante.

Joseph William Foster, corredor inglés y miembro de los “Bolton Primrose Harrier” quería unos zapatos de correr para atletismo, él con los pocos ahorros en el año de 1890, los fabricó a mano, dando así inicio a la creación de los primeros zapatos para correr, los zapatos llamados “zapatos con tachones de fuego”, posteriormente los empezó a fabricar siempre a mano para otros corredores, teniendo un éxito tal que puso su propio negocio de zapatos de atletismo, siendo en 1900 cuando Foster lanza la primera línea de zapatos “Tachones Foster de lujo”, expandiéndose a su vez a niveles internacionales diseñando zapatos de atletismo para cada tipo de pie de los atletas.

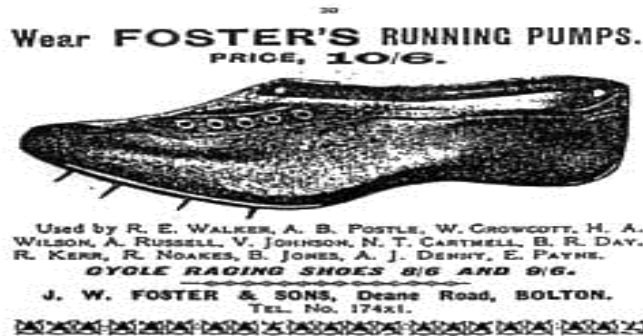


Figura 84. Zapatos Foster

En 1920 en la primera posguerra mundial los hermanos de origen alemán Adolf y Rudolf Dassler confeccionan sus primeros zapatos deportivos a partir de precarios materiales de la época y así nace, la empresa Dassler Company.

Adolf buscaba en ese entonces producir una zapatilla más ligera y funcional posible para mejorar el rendimiento de los atletas.

A lo largo de cientos de años se han utilizado polímeros naturales procedentes de plantas y animales. Desde principios del siglo XX, la moderna investigación científica ha determinado la estructura molecular de este grupo de materiales y ha desarrollado numerosos polímeros, sintetizados a partir de pequeñas moléculas orgánicas. Desde el fin de la Segunda Guerra Mundial, el campo de los materiales se ha visto revolucionado por la llegada de polímeros sintéticos. Las síntesis suelen ser baratas y las propiedades conseguidas comparables, y a veces superiores, a las de los análogos naturales. En algunas aplicaciones, los metales y la madera se sustituyen por polímeros, que tienen propiedades idóneas y se pueden fabricar a bajo costo.

Los materiales plásticos actualmente en nuestra sociedad son, sin lugar a dudas, uno de los materiales más utilizados en casi todos los sectores industriales como consecuencia de las buenas propiedades que poseen.<sup>32</sup>

El uso de botas de fútbol se remonta a Enrique VIII de Inglaterra. Su Majestad ordenó un par del gran guardarropa en 1526, la lista de la compra real, declaró: "45 pares de terciopelo y un par de cuero para el fútbol". Desde entonces, las botas de fútbol desarrollado para ser una parte esencial del juego y en la actualidad están hechas con materiales de alta como de fibra de carbono y cuero sintético.

En 1800 vieron el desarrollo del fútbol y ganando popularidad en toda Gran Bretaña, pero que aún permanecen como un pasatiempo no estructurado, y no estructurado me refiero, con equipos que representan a las fábricas locales y los pueblos en una nación floreciente industria. Los jugadores que usan sus botas duras, trabajos en cuero, que eran largos cordones y puntera de acero cubiertas de las botas de fútbol de primera. Estas botas de fútbol también tienen tacos de metal o tachuelas clavadas en ellos para aumentar el agarre y la estabilidad del suelo.

Dado que las leyes se integran en el juego en la década de 1800, por lo que vio el primer cambio en las botas de fútbol para una zapatilla (o soccus) zapatos estilo, con jugadores del mismo equipo comenzando a usar las mismas botas por primera vez. Las leyes también permiten para clavos, que tuvo que ser redondeados. Estos tacos de cuero, también conocido como tacos, fueron

golpeados en las botas de fútbol a principios, que por primera vez se alejó de las botas de trabajo anterior favorecida. Estas botas de fútbol pesaban 500 gramos y estaban hechas de cuero grueso y duro subiendo el tobillo para una mayor protección. Las botas de fútbol se duplicarían en el peso cuando está mojado y tenía seis clavos en la suela.

Los Estilos de fútbol se mantuvieron relativamente constantes a lo largo de los años 1900 hasta el final de la segunda guerra mundial. Los hechos más significativos en el mundo de botas de fútbol en la primera parte del siglo XX fueron la formación de varios productores de fútbol de arranque que se siguen haciendo las botas de fútbol hoy en día, incluyendo Gola (1905), Valsport (1920) y el danés de fútbol de arranque fabricante Hummel ( 1923).

Más en Alemania, los hermanos Adolf Dassler y Rudolf formaron el Gebrüder Dassler Schuhfabrik (fábrica de zapatos Dassler Brothers) en Herzogenaurach en 1924 y comenzó a producir botas de fútbol en 1925, que tenía 6 o 7 reemplazables, clavado en postes, lo que podría ser cambiado de acuerdo a las condiciones climáticas de juego.

Los estilos de fútbol cambiaron significativamente después del final de la segunda guerra mundial. Este vio la llegada de botas de fútbol más flexible siendo usado por los sudamericanos que dio empuje a la escena mundial, y sus habilidades con el balón y la capacidad técnica asombró a todos aquellos que los vieron. Botas de fútbol para la producción pasó a la producción de una bota de fútbol más ligeras,

con el objetivo de dar patadas y el control de la pelota en vez de la simple producción de una pieza de calzado de protección.

En 1948 da la formación de la empresa ADIDAS por Adolf (Adi) Dassler después pelea con su hermano, lo que iba a ser la piedra angular de la rivalidad entre el fabricante de zapatos de fútbol hasta la actualidad. Rudolf fundó los inicios de la empresa Puma en 1948, rápidamente la producción de la bota de fútbol Puma Atom. Esta llevó a tornillo en pernos intercambiables de plástico o de goma, por primera vez, según se dice por Puma a principios de 1950, pero el honor también es reclamado por ADIDAS. Los zapatos de fútbol de la época eran todavía por encima del tobillo, pero ahora se hizo de una mezcla de materiales sintéticos y cuero, la producción y el calzado más ligero para los jugadores que les permitiera mostrar sus habilidades.



Figura 85. Botas de Fútbol - La década de 1960

Los desarrollos tecnológicos de los años sesenta generaron, un trascendental radical cambio en el diseño de lo que vio el diseño de corte más bajos, impuestos por primera vez en la historia del fútbol. Este cambio permitió que los jugadores se

muevan más rápido, con botas de fútbol Puma en la final de la Copa Mundial de 1962. ADIDAS, sin embargo, se convirtió rápidamente en el líder del mercado, una posición que dice hasta el día de hoy. En la final de la Copa del Mundo de 1966, un asombroso 75% de los jugadores usaban las botas de fútbol ADIDAS.

El 1960 también vio a varios otros fabricantes de botas de fútbol se incorporan al mercado con sus propias marcas y estilos incluyendo Mitre (1960), Joma (1965) y Asics (1964).

Los años setenta se inició con la icónica 1970 Copa del Mundo que se vio a un equipo brasileño sublime levantar el trofeo con Pelé a la cabeza de nuevo, esta vez usando el Puma King botas de fútbol. La misma década será recordada por la forma en que el patrocinio de fútbol de arranque despegó, donde los jugadores se les pagaba a usar una sola marca. En términos de diseño y estilo, los avances tecnológicos produjeron una variedad de colores, incluyendo por primera vez, la bota de fútbol de todos los blancos.

En 1979, ADIDAS produjo las mejores bota de fútbol a la venta de la Copa Mundial, construido de cuero de canguro y construido para la velocidad y la versatilidad. A pesar de ADIDAS se mantuvo dominante, varios otros fabricantes de botas de fútbol a la palestra como fabricante italiano de fútbol Diadora inicio en 1977.

El mayor desarrollo de los últimos tiempos en el diseño y la tecnología de botas de fútbol se desarrolló en los años ochenta por el ex jugador Craig Johnston, quien creó la bota de fútbol Predator, que fue finalmente liberado por ADIDAS en la



década de 1990. Johnston diseñó el Predator para proporcionar mayor tracción entre botas de fútbol y la pelota, y la bota de fútbol y el suelo. El diseño permite una mayor superficie de zonas a entrar en contacto con la pelota con una serie de zonas de poder y desviarse en la zona de golpeo que permite al jugador crear un mayor poder y desviarse al chocar con los puntos clave. Los años ochenta también vio las botas de fútbol por primera vez que realiza la empresa Umbro Inglés (1985), Lotto de Italia y Kelme de España (1982).

En 1994 vio la liberación de Johnston ADIDAS Predator Craig diseñado con su diseño revolucionario diseño y la tecnología por lo que es un éxito inmediato y duradero. El Predator por ahora aparece tecnologías de extrusión de polímeros y materiales teniendo en cuenta una suela más flexible, así como los tacos convencionales siendo reemplazado por un diseño de hoja que cubre la planta del pie, dando una base más estable para el jugador. En 1995 ADIDAS lanzó su tecnología de palas suela TRAXION que se afilan cuchillas de forma. Puma tuvo éxito en 1996 con una bota de fútbol de espuma sin suela intermedia, conocida como Cell Technology Puma, ADIDAS a lo que respondió de nuevo, esta vez con clavos en forma de cuña en el mismo año. Los años noventa vieron nuevas Botas de Reebok (1992) y Uhlsport (1993) con otras empresas también se une a la cada vez mayor, un mercado lucrativo y competitivo. Lo más significativo de los años noventa vio la entrada de Nike, el mayor productor mundial de ropa deportiva, teniendo un impacto inmediato con su fútbol Nike Mercurial de inicio (1998), con un peso de sólo 200g.

Mientras que la tecnología aún más avanzada, la aplicación de las nuevas investigaciones y avances se observaron en los años en el nuevo milenio, ha llevado a un reforzamiento de las posiciones de mercado de los tres grandes fabricantes de fútbol de arranque y vendedores, Puma, Nike y ADIDAS (la incorporación de Reebok desde 2006). Afortunadamente, todavía queda espacio en el mercado para los productores más pequeños que no tienen los contratos de grandes cantidades de dinero respaldo a su disposición, tales como Mizuno, Diadora, Lotto, Hummel y Nomis.

Los recientes acontecimientos desde el año 2000 ha visto la tecnología de control de Nomis húmedo produce un arranque pegajosa (2002), la Bota de Craig Johnston del cerdo (2003), la tecnología de tiburón por Kelme (2006) y el excepcional diseño de las botas Lotto Zhero gravedad de fútbol sin cordones (2006) todos los que se basa el éxito que estos fabricantes más pequeños se puede lograr mediante la producción de botas de fútbol especializadas y tecnológicamente avanzadas, que proporcionan una diferenciación clara de los productos producidos en masa de los tres grandes. La tecnología láser también ha ayudado a producir el primer sistema totalmente personalizado de fútbol por 2 Antes de Lever, que es quizás la más emocionante e innovador de los últimos acontecimientos.

Actuales botas de fútbol F50 favoritos son ADIDAS, Tunit y Predator; Mercurial Vapor III de Nike, Air Zoom Total 90 y Ronaldinho Tiempo, Reebok Pro Rage y botas Umbro X.

A medida que el debate continúa con respecto a la falta de protección dada por las botas de fútbol moderno, y la repercusión en términos de lesiones jugador, parece que hay poco que sugiera que los principales fabricantes van a renunciar a su búsqueda de la bota de fútbol más ligeras para una mayor protección una. La proliferación de las grandes ofertas de dinero de patrocinio, es decir, Nike Ronaldinho, ADIDAS con David Beckham y Reebok con Thierry Henry, se ha convertido en un factor muy importante que impulsa el éxito y las ventas de un fabricante de botas de futbol. Todo lo que podemos predecir el futuro es la integración con la tecnología de sensores, más ligeros y botas de fútbol más poderoso y los diseños más extravagantes y estilos.<sup>33</sup>

La bota de fútbol tradicionalmente ha sido concebida como un tipo de calzado pensado para la práctica del fútbol, básicamente construido en cuero lo más duro posible, buscando firmeza y durabilidad, generalmente cortada por debajo de los tobillos y con una suela a la que van anclados los tacos. Actualmente este rudo concepto ha pasado a concebir modelos de botas donde se aplican las más sofisticadas tecnologías en todos sus niveles de construcción, aportando confort y rendimiento al jugador y existiendo una amplia gama de modelos para cada tipo de circunstancia concreta. La prevención de lesiones y mejora de la actuación son los factores importantes para el diseño de cualquier calzado deportivo.

Como apunte para la reflexión, señalar que un diseño incorrecto del calzado puede ser el origen de algunas lesiones que afectan especialmente a las rodillas y los tobillos. Son conocidas las lesiones que se producen cuando los tacos se quedan anclados en el terreno de juego mientras el futbolista realiza un giro, un

cambio de dirección, o recibe una patada, lo que daña especialmente a los ligamentos de la rodilla. Para la práctica del juego debe reunir las siguientes características:

- a. Rendimiento en función de las demandas del juego
- b. Proporcionar protección para el pie
- c. Permitir al pie realizar las funciones exigidas por él mismo.

La bota debe permitir distribuir la fuerza de modo que éstas no se concentren en determinadas, como por ejemplo sobre el talón, o más particularmente bajo la cabeza de los primeros metatarsos. De esta manera, se hace especialmente importante la colocación de los tacos en la suela, así como el método que se utilice a la hora de anclar dicho taco a la bota. Se ha demostrado que los tacos atornillados anchos llevan a un descenso de la temperatura del pie más aún que los atornillados de tamaño estrecho convencional, y esto conlleva el confort del pie y reduce la probabilidad de ampollas. El pie es susceptible de ser golpeado y pisado por los pies de otros jugadores, y para tal fin, el material de la bota debe tener la capacidad de poder proporcionar protección al pie sobre estos agentes. El uso de cuero se hace necesario.

Elementos que componen una bota de fútbol. Básicamente, está constituida por las siguientes partes: Material de corte En la parte superior de la bota es fundamental la comodidad.

Hace unos años no se tenía en cuenta que la parte externa de la zona superior de la bota debía ser más baja que la interna y se producían algunas dolencias en el maleolo. Sin embargo, este problema ya se ha subsanado y todas las botas cuentan con un diseño adecuado. La puntera (parte distal del empeine) se hace según el gusto individual, mientras que unos futbolistas prefieren una piel blanda con la que poder sentir el contacto con el balón, otros, como los que tienen problemas en las uñas, necesitan algún refuerzo. Tipos de materiales de corte:

a. Poliuretano (PU)

b. Materia sintética "IMAX"

c. Clarino

d. Vacuno (Flor)

e. Canguro

Además de estos materiales base para la confección de la bota, existen otros que actúan como remate del anterior o como recubrimiento de los mismos, y son: Film de grano, TST (Tejido Sin Tejer), Nylon y Lanolina.

Como último elemento a analizar en esta parte de la bota, señalar que la marca comercial ADIDAS patentó en su momento el sistema Predator que consiste en un sistema de estrías colocado en la cara interna del empeine, actuando sobre el golpeo del balón, favoreciendo el giro del balón en el golpeo de rosca.



Figura 86. Sistema Predator patentado por ADIDAS

La Mediasuela su función principal es para la absorción de impactos. Tipos de mediasuela: Espuma, Espuma EVA (caucho de etil vinil acetato, de célula cerrada), EVA prensada, PEEVA, Phylón.

El grosor de la suela proporciona la mayor o menor flexibilidad a la bota, mientras su dureza mantiene una superficie firme la atadura de montantes. En el caso de que las suelas sean demasiado rígidas pueden producir lesiones por sobrecarga, tendinitis del tibial anterior o del tendón de Aquiles, entre otros problemas. Tipos de suela: Caucho, PU (poliuretano) y TPU(poliuretano termoplástico).



Figura 87. Diseños especiales de suelas para la práctica de fútbol en diferentes superficies de juego

En los Tacos hay que señalar que: A mayor número de tacos se produce menor adherencia a la superficie y menor riesgo de lesión por torsión en especial en

terrenos blandos. La distribución de los tacos es muy importante en el efecto rotacional del pie sobre el terreno que es donde se producen las lesiones más graves a nivel de rodilla y tobillo por enclavamiento del pie y desplazamiento en cualquier sentido del resto de la extremidad, lesiones de los ligamentos cruzados, meniscales en mayor cuantía.

Existen también tipos de botas cuyos tacos están diseñados para minimizar dicho efecto en las rotaciones o desplazamientos laterales. Así mismo, comenta que los tacos pueden amoldarse como una parte de la bota o pueden ser recambiables. También es importante la distribución de los tacos en el talón para un buen control del retropié ya que un retropié inestable sobre una base no indicada aumenta su efecto supinador o de eversión facilitando los esguinces de tobillo como es el caso de los pies cavo-varos, que son los que con mayor incidencia se encuentran entre los deportistas de cierto nivel.

Como solución al problema del riesgo de lesión que conlleva el llevar los propios tacos debajo de la suela, así como por el no elegir bien el tipo de taco en función de las características particulares de la superficie de juego, se ha conseguido hacer una suela de material flexible que permite un ligero movimiento a los tacos ante situaciones críticas, donde es necesario aplicar un 25 por ciento más de fuerza para que se produzca una lesión.

Tipos de tacos 1. En función de la forma: Cilíndricos, Laminados y Multitacos



Figura 88 .Tipos de taco

En función del tipo de tacos entre retropié y ante pie Combinaciones para el rendimiento en circunstancias y jugadores concretas.



Figura 89.Tipos de tacos

Algunas botas incluyen un refuerzo rígido y firme en el talón, aunque existen modelos que no incluyen contera del talón como ocurre en el calzado para otras modalidades deportivas debido fundamentalmente a la propia mecánica del apoyo de este deporte. En la parte posterior del pie hay que combinar el confort con la prevención. En esta zona se utilizan refuerzos para evitar que una pronación o supinación excesiva sea causa de una lesión. Estos refuerzos son muy similares a



los de las botas ortopédicas y están realizados con materiales rígidos, como el PVC o distintos tipos de plásticos.

En la actualidad esta parte de la zapatilla se está complementando con refuerzos colocados sobre el material de corte que suponen una prolongación del material de la suela y permiten una mayor estabilidad de la parte del talón.



Figura 90. Contera o refuerzo del talón

Del mismo modo, otros modelos de botas incluyen la posibilidad de ajustar en función de las necesidades individuales. Incluyen unas cuñas de espuma engarzadas en el interior de la bota, en la zona de la contera que permiten dicho ajuste individual. Este complemento a la bota se añade sólo en determinadas marcas, y sólo en el calzado de niño, en el que por motivos del crecimiento propio de la edad tenga una determinada longitud de pie y no se corresponda con una altura de arco o volumen del pie proporcionado para la horma de dicho número.



Figura 91. Almohadillas para ajuste individual de la parte posterior del pie

En cuanto al sistema de acordonado, es muy importante que no produzca una presión que derive en la tendinitis de los flexores dorsales, que son muy superficiales. De este modo, se han ideado, además de la lazada clásica, la lazada descentrada, lo que permite un mejor control del golpeo de balón con el interior del pie y el empeine, las zonas más utilizadas durante el juego. Así mismo, el siguiente paso en la evolución de esta zona de las botas, ha derivado a incluir una lengüeta externa que cubre toda la zona del cordaje (colocado e la zona medial en estos modelos), lo que aporta que ofrece una superficie totalmente regular al golpeo del balón, es decir, mayor control y precisión en el golpeo de balón.



Figura 92. Tipos de cordajes

La mayoría de las botas incluyen en esta parte un recubrimiento de espuma (almohadillada) para que el empeine no sufra al golpear el esférico. A parte de este diseño más clásico, en la actualidad han aparecido dos tipos de lengüetas que han surgido como evolución a dichos modelos más clásicos. Uno de ellos es el modelo que incluye la lengüeta inserta en el propio material de corte, sin incluir una lengüeta de manera específica sino que el propio material de corte hace de recubrimiento del empeine, dejando los cordones en el exterior del empeine. El siguiente paso en la evolución, es la misma línea que la del cordaje, donde ambos están insertos en una estructura que deja, como hemos comentado anteriormente, el empeine totalmente plano

Como referencia a las plantillas que incluyen este tipo de botas, usualmente son las de tipo clásico las que se incluyen en la bota, donde esta solo cumple la función de proteger la planta del pie de los impactos del pie con la superficie, especialmente si dicha superficie se encuentra dura. La constante evolución en estos tipos de calzados hace que sobre todo las marcas comerciales evolucionen en líneas de trabajo propias. En referencia a esta parte de la bota, es la marca ADIDAS la que ha innovado más en este sentido lanzando en sus últimos modelos el sistema de selección de plantillas.

No se han encontrado en la bibliografía referencias en este sentido, suponiendo que el ensamblaje es el clásico o algún otro que permita el mejor y más fuerte engarce de la suela con la media suela con el material de corte, combinándolo con comodidad y ligereza en sus materiales.

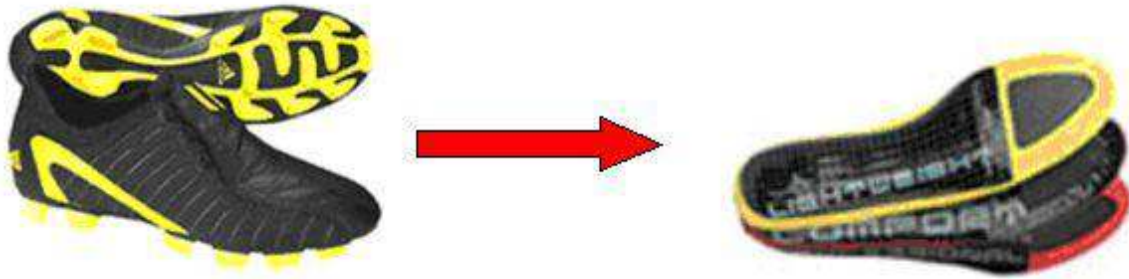


Figura 93. Tipos de plantillas

La horma más utilizada es la de tipo mixto, combinando la parte del retropié alineada y en la zona del mediopié hasta el antepié se produce una curvatura de un ángulo variable en función del fabricante.

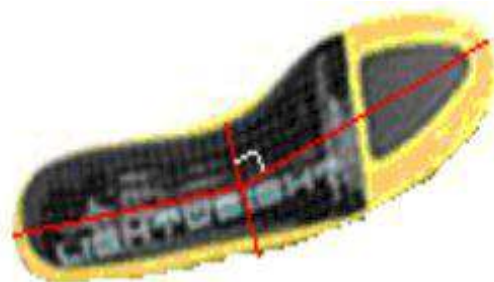


Figura 94. Tipos de plantilla

Del mismo modo otras marcas comerciales como Kelme, ha ideado un sistema en el que incorpora en la plantilla intermedia un sistema de amortiguación llamado "Flexotex" cuyo objetivo es el de permitir la adecuada flexión del pie en la parte delantera. Otro sistema que incluye esta marca para la plantilla es el "Phylon", para suavizar la absorción de impactos verticales.

Las botas que encontramos en el mercado habitualmente no incluyen material que refuerce funcionalmente la botas. De este modo, los refuerzos que hemos

encontrado han sido a tres niveles: el talón, la suela y las costuras de tipo especial a la altura del empeine e interior del pie.



Figura 95. Tipos de refuerzos en diferentes zonas de la bota y de rigidez variable

Los zapatos de fútbol tienen las siguientes clasificaciones:

En función de la utilización: Entrenamiento, Competición

En función del tipo de terreno sobre el que practicamos: terrenos duros o secos, terrenos blandos, terrenos sintéticos, terrenos duros o secos de hierba, terrenos blandos de hierba, terrenos resbaladizos, terrenos resbaladizos de hierba y terrenos muy resbaladizos.

En función de la persona que las vaya a utilizar: niño, niña, niño junior, niña junior, hombre adulto y mujer adulta.

En función del número de tacos: 4, 13, 17, 24 y otros.

En función del tipo de tacos: Moldeados Laminados Recambiables de poliamida Recambiables de Poliuretano (PU) Recambiables de aluminio Mixtos Otros...

En función de la suela: Caucho Termopoliuretano (TPU) Poliuretano (PU) Inyectada Mixta

En función de la entresuela: EVA PEEVA

En función del material de corte: Sintético Clarino Cuero "plena flor" (vacuno) Cuero "blown K" (vacuno) Piel de canguro

En función de donde se coloque el cordaje: En el empeine En el lateral externo

En función del tipo de lengüeta: Funcional (protectora del tobillo o del cordaje) No funcional

En función del logotipo: Funcional No funcional

Podemos distinguir entre el uso para césped duro, césped blando, tierra, barro, albero, césped sintético, etc. Como ejemplo de calidad a la hora de describir el producto e indicar un mayor número de características del mismo a la vez que una información clara, sencilla y bastante comprensible para el usuario o jugador de fútbol, encontramos a la marca comercial Kelme, hecho también está motivado por su trabajo conjunto con el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) en el diseño y construcción de su gama de calzado deportivo, como informa en su página web.<sup>34</sup>



Figura 96. Descripción técnica de bota de fútbol, realizado por firma comercial

Nike y ADIDAS son las marcas que controlan el mercado gracias al amplio catálogo que ofrecen y hay que echar un vistazo a las propuestas de otras marcas

como Umbro, Puma o Munich.



Figura 97. Nike Magista Obra SG-PRO Turquesa

Forma parte de una colección de botas personalizables que también está disponible en otros colores negro, amarillo, verde y rojo. Lo más sorprendente de esta bota es lo que la firma estadounidense define como Dynamic Fit. Se trata de una zona situada en el cuello superior del tobillo que sujeta el pie de la mejor forma posible para garantizar la estabilidad del jugador en carrera.

La superficie de la bota tiene un relieve en 3D para mejorar el tacto con el balón, y la suela es muy resistente al estar está fabricada con una placa de nylon y Pebax.



Figura 98. Mercurial Superfly SG-PRO Amarilla

Son las botas que ha diseñado Nike para afrontar el primer tramo de la temporada 2014-2015. Han sido diseñadas pensando en los jugadores más explosivos, en los que necesitan llevar algo ligero para ganar unos centímetros más. Aquí las ves de color amarillo, pero hay más colores a elegir. También disponen del Dynamic Fit, pero lo más destacado es la inclusión del Flyknit, un tejido poroso y elástico que no solo hace que el pie se adapte mejor a la bota, sino que también es capaz de darle salida al sudor para que el pie se mantenga fresco durante todo el partido. Eso puede ser de gran ayuda en los típicos partidos en los que hace mucho calor y el césped está muy seco.



Figura 99. Nike Hypervenom Phantom SG-Pro Naranja

Un peldaño por encima están este modelo de zapatos. Han sido diseñadas pensando en los jugadores de ataque, en los que tienen el gol. Vienen con la tecnología Nike Skin que mejora el tacto con el balón y también con el All Conditions Control (ACC), un extra que garantiza la durabilidad de los materiales en todo tipo de situaciones climáticas. Tienen un diseño anatómico (se adaptan al



pie) y una lazada desplazada hacia el exterior. Están pensadas para jugar en césped natural blando. Los tacos son largos.



Figura 100. adizero F50 TRX Y-3 Azul/Verde

Estas botas destacan por ser las más ligeras que ha fabricado ADIDAS. Solo pesan 170 gramos gracias al material con el que han sido fabricadas. Se trata del SprintSkin, con el que también se logra una gran impermeabilidad.

En la puntera de la bota encontramos unas pequeñas rugosidades que hacen que tengamos un mayor control del balón. Es lo que ellos llaman DribbleTex, la suela está pensada para césped natural y su diseño, como puedes apreciar. En él ha colaborado Yohji Yamamoto, el mismo que ha diseñado la nueva camiseta del Real Madrid con un dragón. Es precisamente un dragón el que aparece dibujado en la bota.



Figura 101. adizero F50 FG Messi

Es una edición especial dedicada a Messi. Los colores elegidos reflejan sus éxitos y su nombre se repite varias veces en la superficie. La parte delantera es de piel sintética muy suave y ligera. También dispone de las rugosidades en la puntera y una ligera capa de malla envuelve la parte trasera para garantizar la máxima estabilidad en carrera. Su suela Speedtraxion ha sido diseñada con el objetivo de potenciar la velocidad de los jugadores. La distribución de los tacos mejora la tracción y el agarre en el césped. Por su suela, están pensadas para jugar en césped natural duro.



Figura 102. Predator Instinct FG Negra/Dorada

Predator es un nombre que inspira confianza. Son 20 años en el mercado, Hybridtouch es el nombre que recibe la piel sintética de estas Predator. Gracias a ella la comodidad y la sensibilidad están garantizadas para que el toque de balón sea óptimo. Talón está protegido con nobuk, un refuerzo de piel de vaca aterciopelada que te protege de las típicas rozaduras que pueden provocarte heridas en el talón.

También deben ir muy bien las cinco zonas de control que incorpora en la superficie Hybridtouch. Gracias a ellas dicen que puedes controlar el pase, el pase corto, el pase largo, el regate y el toque.

La plantilla, confeccionada con EVA, te aísla de la presión de los tacos y minimiza el impacto contra el césped. Éste debería ser natural, ya que por los tacos no está recomendada para otras superficies por riesgo de lesión.

## CONCLUSIONES

A lo largo de este escrito se ha visto cómo es que en los deportes a lo largo de la historia el uso de vestimentas evolucionó desde la naturaleza y desnudes del cuerpo en la que se presentaba toda la estética y fuerza del mismo, hasta los extraordinarios materiales usados hoy en día.

Es importante mencionar que gracias a la química y descubrimientos muchos deportes han tenido un gran desarrollo haciendo referencia a la parte atlética. Los atletas de alto rendimiento siempre están buscando nuevas formas de mejorar su desempeño. Si pueden aumentarlo en por lo menos un 1% con sólo cambiarse de ropa es probable que estas tecnologías se conviertan en un nuevo estándar.

El equilibrio entre capacidad humana para ser cada vez más rápido, fuerte, y potente en general, y la tecnología, para seguir protegiendo a esos jugadores de esa potencia, permaneció en sincronía durante años, pero ahora parece haberse roto o por lo menos haber llegado hasta el límite. Desde hace algún tiempo, y cada vez con más frecuencia, la excelencia física que se ha alcanzado en las ligas profesionales, crea situaciones que requieren de un nuevo paso adelante por parte de la ciencia, es de considerarse que la ciencia vuelva a colocarse a la altura de los deportistas y dentro de los reglamentos los ayude para cada día alcanzar mejores records, mejores espectáculos y mejores deportistas.

## Bibliografía

1. La química y el deporte, Foro permanente Química y Sociedad, pag. 1,  
URL: <http://www.fquim.us.es/portal/C20/descargas/Uno/Id/H2315/>.
2. Revista digital · Año 15 · N° 143 | Buenos Aires, Abril de 2010, URL:  
<http://www.efdeportes.com/efd143/evolucion-del-juego-a-lo-largo-de-la-historia.htm>.
3. La historia de los juegos olímpicos en la Grecia antigua. URL:  
<https://elenablasco.wordpress.com/category/los-juegos-deportivos-en-la-grecia-y-roma-antigua/>.
4. Historia de los juegos olímpicos griegos origen primeros juegos,  
Enrique Sacco, URL: [http://historiaybiografias.com/juegos\\_olimpicos/](http://historiaybiografias.com/juegos_olimpicos/).
5. El deporte antiguo (batallas de gladiadores), 13 abr. 2011, Mr Acento  
URL: <http://deporteprofesionalynegocio.blogspot.mx/>.
6. Referencias históricas y evolución de los plásticos, Sergio García,  
Universidad Politécnica de Valencia, Facultad de Bellas Artes,  
Departamento de escultura, Revista Iberoamericana de Polímeros,  
Volumen 10(1), Enero de 2009.
7. Historia de la natación, Autor: A. Hernández URL: <http://www.i-natacion.com/articulos/historia/historia1.html>.

8. Natación, CoNaDe, URL:  
<http://www.deporte.gob.mx/eventos/on2003/01paginas/02deportes/natacion.htm>.
9. Historia de SPEEDO, URL:  
[http://www.speedo.es/es/speedo\\_brand/insidespeedo/history/index.html](http://www.speedo.es/es/speedo_brand/insidespeedo/history/index.html).
10. Qué tipo de tela es el algodón Jersey Escrito por Emily Potter | Traducido por Luis Alberto Fuentes Schwab, URL:  
[http://www.ehowenespanol.com/tipo-tela-algodon-jersey-info\\_291254/](http://www.ehowenespanol.com/tipo-tela-algodon-jersey-info_291254/).
11. Algodón, URL:  
<http://www.iesleonardo.info/tcp/MATERIALES%20TRABAJOS/premio%20tejidos%202004/paginaalgodon.htm>.
12. FIBRAS SINTÉTICAS Y ESPECIALES, Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Ingeniería Textil, Mondragon Gonzalez Karina, URL: <http://fibrologia.blogspot.mx/2013/04/fibras-sinteticas.html>.
13. Nylon, Tecnología de los Plásticos, viernes, 1 de julio de 2011, URL: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.mx/2011/07/nylon.html>.
14. Elastano (spandex), Tecnología de los Plásticos, jueves, 11 de octubre de 2012, URL: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.mx/2012/10/elastano-spandex.html>.

15. Resinas de poliéster y vinilester, URL:  
[http://www.plastiquimica.cl/pdf/Resinas Poliester y Vinilester.pdf](http://www.plastiquimica.cl/pdf/Resinas_Poliester_y_Vinilester.pdf).
16. PBT, Tecnología de los Plásticos, lunes, 26 de diciembre de 2011,  
URL: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.mx/2011/12/pbt.html>.
17. El Poliuretano en nuestra vida: los bañadores de Poliuretano, 20 julio  
2012, URL: <http://aislaconpoliuretano.com/el-poliuretano-en-nuestra-vida-los-banadores-de-poliuretano.htm>.
18. Más controversia por los trajes de baño en Londres 2012, 8/06/2012,  
URL:  
[http://www.lostiempos.com/diario/actualidad/deportes/20120608/mas-controversia-por-los-trajes-de-bano-en-londres\\_174287\\_367225.html](http://www.lostiempos.com/diario/actualidad/deportes/20120608/mas-controversia-por-los-trajes-de-bano-en-londres_174287_367225.html).
19. Fútbol Americano, historia, casco y hombreras, URL:  
<http://defutbolamericano.jimdo.com/historia/>.
20. Xenith X2, Publicado por Huskies Webmaster, URL:  
<http://huskiescave4.blogspot.mx/2009/03/xenith-x1.html>.
21. Los orígenes, URL: <http://es.fifa.com/classicfootball/history/the-game/origins.html>.
22. Evolución de la Indumentaria Deportiva en el Fútbol, Cielo Jazmín,  
URL:  
[http://www.isde.com.ar/ojs/index.php/isdesportsmagazine/article/view  
File/27/31](http://www.isde.com.ar/ojs/index.php/isdesportsmagazine/article/view/File/27/31).

23. Nuevos productos y tecnologías de Nike para Londres 2012, feb 22, 2012, URL: <http://www.artesportweb.com/2012/02/22/nuevos-productos-y-tecnologias-de-nike-para-londres-2012-2/>.
24. La química de una camiseta de fútbol, URL: <http://www.compoundchem.com/2014/08/14/the-chemistry-of-a-football-shirt/>.
25. Tecnología de los uniformes del Mundial, altonivel, POR: ESTILO HOY, URL: <http://www.altonivel.com.mx/3131-impresion.html?did=15248&template=85>.
26. PET, Tecnología de los Plásticos, URL: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.mx/2011/05/pet.html>.
27. Soccer Balls Collections, URL: <http://www.soccerballscollection.com/HISTORIA.htm>.
28. Propiedades físicas y químicas del cuero, URL: <http://es.scribd.com/doc/203314106/Propiedades-Fisicas-y-Quimicas-Cuero#scribd>.
29. Cadena productiva del cuero, Introducción al Flujograma, URL: <http://www.cueronet.com/tecnica/cadena.htm>.
30. Balones en crisis, Xavier Aguado Jódar es Biomecánico del deporte, Catedrático de la Universidad de Castilla-La Mancha, URL: <http://wilbercarrion.blogspot.mx/2010/07/jabulani.html>.



- 31.El Tango regresa a la Eurocopa 24 años después, Ediciones Deportivas Catalanas S.A. 2007 GRUPO ZETA, URL: <http://www.sport.es/es/noticias/eurocopa/print-1880381.shtml>.
- 32.El competitivo mundo de la indumentaria deportiva, Historia y Negocio, URL: <http://www.efdeportes.com/efd89/negocio.htm>.
- 33.Botas de fútbol Historia, Junio 19, 2011, URL: <http://futbol-botas.blogspot.mx/2011/06/botas-de-futbol-historia.html>.
- 34.Todo lo que necesitas saber sobre botas de futbol, Escuela municipal de futbol, Moraleja de en medio.
- 35.Las mejores botas de fútbol, Publicado por David Martínez el 11 de octubre de 2014, URL: <http://www.ligafutbol.net/las-mejores-botas-de-futbol/>.

#### **Bibliografía revisada**

- AP.T1.1-MPyC.Tema1.IntroduccionPolimeros
- <http://www.livestrong.com/article/370839-nike-vs-reebok-vs-ADIDAS/#ixzz1uJ9VtjfU>
- [http://www.speedo.es/es/peedo\\_brand/insidespeedo/history/index.html](http://www.speedo.es/es/peedo_brand/insidespeedo/history/index.html)
- [http://grover.comoj.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10:historia-de-la-natacion&catid=6:varios](http://grover.comoj.com/index.php?option=com_content&view=article&id=10:historia-de-la-natacion&catid=6:varios)
- <http://defutbolamericano.jimdo.com/>

- [http://www.revistaciencias.unam.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=611%3AAbiomimetica-de-la-naturaleza-a-la-creacion-humana&catid=99&Itemid=48](http://www.revistaciencias.unam.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=611%3AAbiomimetica-de-la-naturaleza-a-la-creacion-humana&catid=99&Itemid=48)
- <http://es.fifa.com/classicfootball/history/game/historygame1.html>
- Cómo se asignan los números de dorsal a los jugadores de fútbol?. Fútbol.Disponible en URL: <http://www.deportes.in/content/1/17/es/%BFc%F3mo-se-asignan-losn%FAmeros-de-dorsal-a-los-jugadores-de-f%FAtbol.html>. [Mayo de 2010]
- Reglamento de Equipo. Reglamento FIFA. Disponible en URL: [http://es.fifa.com/mm/document/tournament/competition/51/54/30/equipment\\_regulations\\_2005\\_s\\_1803.pdf](http://es.fifa.com/mm/document/tournament/competition/51/54/30/equipment_regulations_2005_s_1803.pdf). [Mayo de 2010]
- Fifa bans Cameroon shirts. BBC Sport. Disponible en URL: <http://news.bbc.co.uk/sport2/hi/football/africa/1862872.stm>. [Mayo de 2010]
- Macri defendió la camiseta polémica. La Nación. Disponible en URL: [http://www.lanacion.com.ar/nota.asp?nota\\_id=670569](http://www.lanacion.com.ar/nota.asp?nota_id=670569). [Mayo de 2010]
- El negocio de las camisetas del fútbol. El economista. Disponible en URL: <http://www.eleconomista.es/empresas-finanzas/noticias/315337/11/07/El-negocio-de-lascamisetas-del-futbol-patrocinar-al-Madrid-y-al-Milan-es-un-chollo.html>. [Mayo de 2010]
- Dated- 22 Feb , 2012 – Global Recycled Polyester key Source: Ecotextile

- Silva Trejos, Paulina Propiedades físicas y químicas del cuero para calzado de seguridad Tecnología en Marcha. Vol. 18 N.º 1. Pp. 37-47
- [http://www.nytimes.com/2012/01/19/sports/football/byron-donzis-inventor-of-football-flak-jacket-dies-at-79.html?\\_r=0](http://www.nytimes.com/2012/01/19/sports/football/byron-donzis-inventor-of-football-flak-jacket-dies-at-79.html?_r=0)
- <http://actualidad.rt.com/deporte/view/13135-EI-bal%C3%B3n-de-f%C3%BAtbol-evoluci%C3%B3n-y-negocio-redondo>
- <http://wilbercarrion.blogspot.mx/2010/07/jabulani.html>
- <http://www.soccerballscollection.com/Home%20SBC%20oficial.htm>
- <http://www.aislaconpoliuretano.com/el-poliuretano-en-nuestra-vida-los-banadores-de-poliuretano.htm>
- Gallardo, Pedro Pablo. “Aspectos técnicos, teóricos y fundamentos del policloruro de vinilo (PVC) como soporte artístico e industrial”. Montilla (Córdoba),1997. Pag.12.
- [2] De Cusa, Juan. “Aplicaciones del plástico en la construcción”. Ed. CEAC. Barcelona,1979 Pags. 10-11.
- [3] De Cusa, Juan. “Aplicaciones del plástico en la construcción”. Ed. CEAC. Barcelona.1979. Pag. 11.
- [4] De Cusa, Juan. “Aplicaciones del plástico en la construcción”. Ed. CEAC. Barcelona, 1979.Pag. 12.
- [5] Gallardo, Montero.Pedro .Pablo. “Aspectos técnicos, teóricos y fundamentos del policloruro de vinilo (PVC) como soporte artístico e industrial”. Pag. 14.