



**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**

**Colegio de Ciencias e Ingeniería**

**Vivienda Ideal para el Adulto Mayor: Cómo una tabla antropométrica  
específica para adultos mayores puede ayudar al diseño de espacios  
residenciales**

**Geovanna Elizabeth Arroyo Chilla**

**Ximena Córdova, Ph.D., Directora de Tesis**

Tesis de Grado presentada como requisito  
para la obtención del Título de Ingeniero(a) Industrial

Quito, mayo de 2015

**Universidad San Francisco de Quito**

**Colegio de Ciencias e Ingeniería**

**HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS**

**Vivienda Ideal para el Adulto Mayor: Cómo una tabla antropométrica específica para adultos mayores puede ayudar al diseño de espacios residenciales.**

Geovanna Elizabeth Arroyo Chilla

Ximena Córdova, Ph.D.

Directora de Tesis

---

Pablo Dávila, Ph.D.

Miembro del Comité de Tesis

---

Cristina Camacho, M.Sc.

Miembro del Comité de Tesis

---

Rodrigo Peimbert, Ph.D.

Miembro del Comité de Tesis

---

Ximena Córdova, Ph.D.

Decana de la Escuela de Ingeniería

Colegio de Ciencias e Ingeniería

---

Quito, mayo de 2015

## © DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma: \_\_\_\_\_

Nombre: Geovanna Arroyo

C. I.: 1718009432

Fecha: Quito, mayo de 2015

## **DEDICATORIA**

Este trabajo quiero dedicarlo principalmente a Dios por haber guiado mi camino y darme la fuerza necesaria para llegar a esta meta tan anhelada.

A mi familia por ser siempre mi apoyo incondicional tener paciencia y ser comprensivos en todo momento. A mi madre, Abg. Cecilia Chilla, quien ha sido mi amiga y confidente brindándome siempre sus consejos con dulzura y amor. A mi padre Ing. Hector Arroyo, quien ha sido mi soporte y guía a lo largo del camino, ustedes son el mejor ejemplo de perseverancia y tenacidad. A mis hermanos David Arroyo, Ariana Arroyo y Nicole Arroyo, quienes son mi mayor alegría y orgullo, además que siempre me inspiran a salir adelante. También quiero dedicar este logro a mi novio, Ing. HakanCinar, quien a pesar de la distancia siempre ha llenado mi corazón con sus palabras de aliento y principalmente amor, por ser mi compañero en cada etapa superada. A ustedes mi familia a quienes amo con todo mi corazón y siempre han creído en mí.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer profundamente a mi directora de tesis Ximena Córdova, Decana del Colegio de Ingeniería, quien compartió todos sus conocimientos, además de brindarme la confianza necesaria para sacar adelante este proyecto y guiar la culminación de mi carrera.

Quiero agradecer especialmente a Jeannette Echeverría por ser un apoyo incondicional en los momentos complicados y brindarme su amistad, por creer en mí como amiga y profesional.

A mis amigos por estar presente en todos los momentos, ser cómplices en todas las aventuras y darme la motivación necesaria para superar los obstáculos que se han presentado a lo largo de estos años. A todos mis amigos los quiero mucho

A los centros 60 y Piquito de la Zona Eloy Alfaro y Los Chillos por brindarme la apertura necesaria con los participantes y así realizar las medidas antropométricas.

## RESUMEN

El objetivo principal del presente estudio fue generar una tabla antropométrica para la población adulta mayor (AM) de Quito, con el fin de diseñar espacios residenciales dentro una vivienda. Sin embargo, en Ecuador no existe una tabla antropométrica, además de escasos estudios antropométricos que permitan el diseño de espacios residenciales de acuerdo a las medidas de la población adulta mayor ecuatoriana. Investigaciones realizadas en diferentes países muestran que el diseño correcto de una vivienda incrementa la calidad de vida de una persona de la tercera edad. De acuerdo a lo mencionado, se obtuvieron 19 medidas antropométricas de 384 hombres y 387 mujeres, las mediciones se realizaron en los centros del programa 60 y Piquito de la Zona Eloy Alfaro y Zona Los Chillos del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ). Se desarrolló un análisis estadístico, dividiendo la muestra de 771 personas en cuatro grupos quinquenales de acuerdo a su edad desde los 65 años hasta los 85 años, para determinar si existía diferencias estadísticas entre cada grupo de edad. Posteriormente se generó una tabla antropométrica para cada género. Finalmente se diseñó dos espacios residenciales, el baño y la cocina de una vivienda, utilizando la tabla antropométrica generada con los percentiles y las medidas adecuadas para la población adulta mayor de Quito.

### **ABSTRACT**

The main objective of this study was to generate an anthropometric table for the elderly population in Quito. With the purpose of designing residential spaces within a housing. However, in Ecuador there is not an anthropometric table, in addition to scarce anthropometric studies that allow the design of residential spaces according to the measures of the elderly Ecuadorian population. Researches that carried out in different countries show that the correct design of a home increases a person`s life quality of the third age. According to the above-mentioned 19 anthropometric measures were obtained from 384 men and 387 women, the measuring were made in the centers of the program 60 y Piquito of the Zona Eloy Alfaro and Zona los Chillos del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ). A statistical analysis has been developed, dividing the ample of 771 people in four five-year groups according to their ages from the age of 65 until the age of 85, to determine whether there were statistical differences in each age group. Subsequently anthropometric table has been generated for each gender and an analysis of combined populations has been done. Finally two residential paces, the bathroom and the kitchen of a home have been designed using the anthropometric table which has been generated with the percentiles and the appropriate measures for the elderly population of Quito.

## TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN .....	7
ABSTRACT .....	8
CAPITULO 1 .....	20
1.1 Antecedentes .....	20
1.2 Objetivos .....	23
1.2.1 Objetivo General .....	23
1.2.2 Objetivos Específicos .....	24
1.3 Justificación de la investigación .....	25
1.4 Revisión de Literatura .....	27
1.5 Metodología .....	32
CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO .....	34
2.1 Ergonomía .....	34
2.2 Antropometría .....	34
2.3 Variabilidad Humana .....	35
2.4 Población Adultos Mayores .....	42
2.5 Diseño de Espacios Residenciales .....	44
2.6 Definiciones Estadísticas .....	46
CAPITULO 3: CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN Y MUESTREO .....	58
3.1 Análisis demográfico del adulto mayor en el Ecuador .....	58
3.1.1 Población Adultos Mayores de acuerdo a los Censos en Ecuador .....	58
3.1.2 Esperanza de vida en Ecuador .....	59
3.1.3 Pirámide poblacional de Adultos Mayores en Ecuador. ....	61
3.1.4 Tasa de adultos mayores según género. ....	63
3.1.5 Distribución de adultos mayores en las provincias del Ecuador .....	64
3.2 Selección de la población objetivo según sus características demográficas .....	65
3.2.1 Selección de Provincias para la investigación .....	66
3.2.2 Selección del cantón Quito .....	67
3.2.3 Selección del rango de edad del Adulto Mayor .....	68

3.2.4	Estadística descriptiva de la variable edad.....	70
3.2.5	Habitantes Adultos Mayores entre 65 a 85 años en Quito.....	71
3.2.6	Resumen Población Objetivo.....	71
3.3	Tamaño de Muestra de Adultos Mayores.....	72
3.3.1	Calculo del tamaño de muestra.....	72
CAPITULO 4: MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS PARA EL DISEÑO DE ESPACIOS DENTRO DE UNA VIVIENDA.....		74
4.1	Investigación de las habitaciones dentro de una vivienda con mayor riesgo para los adultos mayores.....	74
4.2	Análisis de investigaciones y estudios anteriores relacionados al tema.....	77
4.3	Elección y justificación de las medidas antropométricas a utilizar.....	83
CAPITULO 5. MÉTODO DE MEDICION Y HERRAMIENTAS UTLIZADAS.....		88
5.1	Selección de herramientas a utilizar.....	88
5.2	Investigación de metodología para estudios antropométricos de adultos mayores.....	88
5.3	Estandarización del proceso de medición.....	91
CAPITULO 6. LEVANTAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS DE DATOS ANTROPOMÉTRICOS.....		95
6.1	Levantamiento de datos.....	95
6.2	Análisis general de los datos tomados.....	98
6.2.1	Análisis de las características de la muestra: Mujeres.....	100
6.2.2	Análisis de las características de la muestra: Hombres.....	101
6.3	Análisis estadístico de las medidas realizadas.....	102
6.3.1	Creación de la tabla antropométrica.....	103
6.3.2	Análisis de normalidad para muestra de adultos mayores.....	108
6.3.3	Aplicación.....	111
6.3.4	Supuestos del análisis de varianza (ANOVA).....	118
6.3.5	Análisis estadístico ANOVA y prueba de Dunnett.....	132
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		138
BIBLIOGRAFÍA.....		143
ANEXOS.....		148

9.1 Anexo 1: Ficha Antropométrica .....	148
9.2 Anexo 3. Resumen Estadístico .....	149
9.3 Anexo 4 Supuesto de normalidad muestra total con grupos.....	153
9.4 Anexo 5 Resumen estadístico .....	157
9.5 Anexo 6: Supuesto de normalidad para mujeres divididas en grupos .....	160
9.5.1 Gráficos Normalidad Peso Kg Mujeres .....	160
9.5.2 Gráficos Normalidad Estatura cm Mujeres.....	161
9.5.3 Gráficos Normalidad Altura dedo medio cm Mujeres.....	162
9.5.4 Gráficos Normalidad Altura ojos cm Mujeres .....	163
9.5.5 Gráficos Normalidad para Altura hombros cm Mujeres.....	164
9.5.6 Gráficos Normalidad Altura codo cm Mujeres .....	165
9.5.7 Gráficos Normalidad Altura Rodilla cm Mujeres .....	166
9.5.8 Gráficos Normalidad Longitud codo - codo cm Mujeres .....	167
9.5.9 Gráficos Normalidad IMC kg/cm <sup>2</sup> Mujeres .....	168
9.5.10 Gráficos Normalidad Altura Sentado Erguido cm Mujeres.....	169
9.5.11 Gráficos Normalidad Sentado Sin Erguirse cm Mujeres .....	170
9.5.12 Gráficos Normalidad Altura dedo medio sentado cm Mujeres.....	171
9.5.13 Gráficos Normalidad Longitud Agarre Frontal cm Mujeres.....	172
9.5.14 Gráficos Normalidad Altura hombro sentado cm Mujeres .....	173
9.5.15 Gráficos Normalidad Altura codo sentado cm Mujeres.....	174
9.5.16 Gráficos de Normalidad Altura Ancho de Cadera cm Mujeres .....	175
9.5.17 Gráficos de Normalidad Longitud Nalga – Poplítea cm Mujeres.....	176
9.5.18 Gráficas de Normalidad Grosor del Muslo cm Mujeres .....	177
9.5.19 Gráficas de Normalidad Altura Poplítea cm Mujeres .....	178
9.6 Anexo 7: Supuesto de normalidad para hombres divididos en grupos.....	179
9.6.1 Gráficos Normalidad Peso Kg Hombres.....	179

9.6.2	Gráficos Normalidad Estatura cm Hombre .....	180
9.6.3	Gráficos Normalidad Altura dedo medio cm Hombres .....	181
9.6.4	Gráficos Normalidad Altura ojos cm Hombres.....	182
9.6.5	Gráficos Normalidad Altura hombros cm Hombres .....	183
9.6.6	Gráficos Normalidad Altura codo cm Hombres .....	184
9.6.7	Gráficos Normalidad Altura rodilla cm Hombres.....	185
9.6.8	Gráficos Normalidad Longitud codo-codo cm Hombres.....	186
9.6.9	Gráficos Normalidad IMC kg/cm Hombres.....	187
9.6.10	Gráficos Normalidad Sentado erguido cm Hombres .....	188
9.6.11	Gráficos Normalidad Sentado sin erguirse cm Hombres .....	189
9.6.12	Gráficos Normalidad Altura dedo medio sentado cm Hombres .....	190
9.6.13	Gráficos Normalidad Longitud agarre frontal cm Hombres .....	191
9.6.14	Gráficos Normalidad Altura hombro sentado cm Hombres.....	192
9.6.15	Gráficos Normalidad Altura codo sentado cm Hombres .....	193
9.6.16	Gráficos Normalidad Ancho cadera sentado cm Hombres .....	194
9.6.17	Gráficos Normalidad Longitud nalga-poplítea - Hombres .....	195
9.6.18	Gráficos Normalidad Grosor del muslo -Hombres .....	196
9.6.19	Gráficos Normalidad Altura poplítea cm Hombres .....	197
9.7	Anexo 8: Supuestos de igualdad de varianza y aleatoriedad Mujeres .....	198
9.7.1	Peso (Kg).....	198
9.7.2	Estatura (cm) .....	198
9.7.3	IMC .....	199
9.7.4	Altura dedo medio.....	199
9.7.5	Altura Ojos .....	200
9.7.6	Altura Hombros.....	200

9.7.7	Altura Codos .....	201
9.7.8	Longitud Codos .....	201
9.7.9	Altura Sentado Erguido .....	202
9.7.10	Altura Sentado Sin Erguirse .....	202
9.7.11	Altura dedo medio sentado .....	203
9.7.12	Longitud Agarre Frontal .....	203
9.7.13	Altura Hombro Sentado .....	204
9.7.14	Altura Codo Sentado .....	204
9.8	Anexo 9: Supuestos de igualdad de varianza y aleatoriedad Hombres .....	205
9.8.1	Peso (Kg) .....	205
9.8.2	Estatura (cm) .....	205
9.8.3	IMC .....	206
9.8.4	Altura dedo medio .....	206
9.8.5	Altura Ojos .....	207
9.8.6	Altura Hombros .....	207
9.8.7	Altura Codos .....	208
9.8.8	Longitud Codos .....	208
9.8.9	Altura Sentado Erguido .....	209
9.8.10	Altura Sentado Sin Erguirse .....	209
9.8.11	Altura dedo medio sentado .....	210
9.8.12	Altura hombro sentado .....	210
9.9	Análisis de Varianza (ANOVA) - Mujeres .....	211
9.9.1	Peso (Kg) .....	211
9.9.2	Estatura (cm) .....	211
9.9.3	IMC .....	211

9.9.4	Altura Dedo Medio.....	211
9.9.5	Altura Hombros.....	212
9.9.6	Altura Codo .....	212
9.9.7	Longitud Codos .....	212
9.9.8	Altura Dedo Medio Sentado.....	212
9.9.9	Altura Hombro Sentado .....	213
9.9.10	Altura Codo Sentado .....	213
9.10	Análisis de Varianza (ANOVA) – Hombres .....	214
9.10.1	Peso (Kg).....	214
9.10.2	Estatura (cm) .....	214
9.10.3	IMC .....	214
9.10.4	Altura Dedo Medio.....	214
9.10.5	Altura Hombros.....	215
9.10.6	Altura Codo .....	215
9.10.7	Altura Sentado Erguido.....	215
9.10.8	Altura Sentado Sin Erguirse.....	215
9.10.9	Altura hombro sentado .....	216

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Objetivos generales, específicos y actividades. Elaboración propia</i> .....	24
<i>Tabla 2 Conclusiones para la prueba de hipótesis. Fuente: Montgomery D. , 2007</i> .....	51
<i>Tabla 3 Porcentaje de Adultos Mayores en cada provincia del Ecuador. Fuente : MIESS, 2012</i> .....	65
<i>Tabla 4 Estructura de la población por edades en el Ecuador. Fuente Villacis &amp; Carrillo, 2012</i> .....	69
<i>Tabla 5 Estadísticas descriptivas de la edad de adultos mayores en Ecuador Elaboración: Propia</i> .....	70
<i>Tabla 6 Población objetivo Adultos Mayores de Quito. Fuente: Elaboración Propia</i> .....	71
<i>Tabla 7 Problemas para un adulto mayor dentro de la cocina.. Fuente: Widjaja, 2013</i> ....	75
<i>Tabla 8 Problemas para el adulto mayor dentro del baño. Fuente: Escalante &amp; Gonzales, 2009</i> .....	76
<i>Tabla 9 Clasificación según el IMC, “Organización Panamericana de Salud OPS”. Fuente: Chaurand, 2005</i> .....	78
<i>Tabla 10 Comparación entre los datos propuestos y los estándares de TürkStandartlariEstitüsü, TSE 2003. Fuente: Kahya, 2007</i> .....	79
<i>Tabla 11 Medidas Antropométricas. Fuente: ( Chaurand, León, Lugo, Guzmán &amp; Salazar, 2005), (Kahya, Gulseren, Gelen, Aydin, 2007), (Ersoy, 2008), (Perissinotto, Pisent, Sergi, Grigoletto, ENZI, 2002) y (Kothiyal, Tetty, 2001).</i> .....	82
<i>Tabla 12 Medidas antropométricas. Elaboración propia</i> .....	84
<i>Tabla 13 Tabla Antropométrica para Adultos Mayores de Quito. Elaboración propia</i> ....	107

<i>Tabla 14 Resumen Estadístico de la muestra total hombres y mujeres. Elaboración propia</i>	111
<i>Tabla 15 Resumen de normalidad de la muestra mujeres (AM) dividida en grupos. Elaboración propia</i>	123
<i>Tabla 16 Resumen de normalidad de la muestra hombres (AM) dividida en grupos. Elaboración propia</i>	127
<i>Tabla 17 Resumen Igualdad de Varianza para muestra mujeres (AM) dividida en grupos. Elaboración propia</i>	129
<i>Tabla 18 Resumen Igualdad de Varianza para muestra hombres (AM) dividida en grupos. Elaboración propia</i>	131
<i>Tabla 19 Resumen del análisis de varianza y prueba de Dunnett . Elaboración propia ...</i>	135
<i>Tabla 20 Resumen análisis de varianza y prueba de Dunnett. Elaboración Propia</i>	137

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<i>Imagen 1: Planos de referencia para el cuerpo humano. Fuente: Fernández, Marley y Noriega, 2011</i> .....	36
<i>Imagen 2 Balanza Electrónica Fuente: Aguilar, Contreras, Del Canto, &amp; Vílchez, 2013</i>	40
<i>Imagen 3 Antropómetro Fuente: Ccamusv, 2013</i> .....	40
<i>Imagen 4Tallímetro de madera. Fuente: Aguilar, Contreras, Del Canto, Vichez, 2013</i> ....	41
<i>Imagen 5 Flexómetro Fuente: Aguilar, Contreras, Del Canto, Vichez, 2013</i> .....	41
<i>Imagen 6Curva de Distribución Normal. Fuente: (Valero, 2010)</i> .....	49
<i>Imagen 7 Percentiles de la población. Fuente: Valero,2010</i> .....	57
<i>Imagen 8 Posturas parado/sentado para la toma de medidas antropométricas. Fuente: (NASA, 1978)</i> .....	83
<i>Imagen 9 Medidas antropométricas posición parado Fuente: (Fernández, Marley, Ibarra, &amp; Noriega, 2008)</i> .....	85
<i>Imagen 10. Medidas antropométricas posición parado Fuente: (Fernández, Marley, Ibarra, &amp; Noriega,2008)</i> .....	85
<i>Imagen 11 Medidas antropométricas posición sentadoFuente: (Fernández, Marley, Ibarra, &amp; Noriega,2008)</i> .....	86
<i>Imagen 12 Medidas antropométricas posición sentado Fuente: (Fernández, Marley, Ibarra, &amp; Noriega,2008)</i> .....	87
<i>Imagen 13 Fases de la Metodología. Fuente: Wilson, 1994</i> .....	89
<i>Imagen 14 Proceso general de para obtener medidas antropométricas. Elaboración propia</i> .....	94
<i>Imagen 15 Mapa de los centros 60 y Piquito en Quito. Fuente: Instituto de la Ciudad</i> .....	96

<i>Imagen 16 Captura de pantalla de la formula de `percentiles. Fuente: Microsoft Excel 2010 .....</i>	<i>105</i>
<i>Imagen 17 Diseño de la Ventana. Elaboración propia .....</i>	<i>114</i>
<i>Imagen 18 Diseño de altura para estantes. Elaboración propia .....</i>	<i>114</i>
<i>Imagen 19 Diseño altura de pomo de puerta. Elaboración propia .....</i>	<i>115</i>
<i>Imagen 20 Diseño del lavabo. Elaboración propia .....</i>	<i>116</i>
<i>Imagen 21 Diseño inodoro y soporte horizontal/vertical. Fuente: Elaboración propia ..</i>	<i>117</i>
<i>Imagen 22 Diseño de ducha y soporte ajustable vertical. Fuente Elaboración propia....</i>	<i>118</i>
<i>Imagen 23 Ficha Antropométrica para toma de datos. Elaboración propia.....</i>	<i>148</i>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 2 Gráfica de probabilidad normal</i> .....	54
<i>Gráfico 3 Estimaciones y Proyecciones de la población 1950 - 2050 Fuente: INEC-CELADE, 2003.</i> .....	59
<i>Gráfico 4 Esperanza de vida en Ecuador (1970-2020) Fuente: Agenda de Igualdad para adultos mayores, 2012-2013.</i> .....	60
<i>Gráfico 5 Distribución de género de diferentes grupos de edad Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010.</i> .....	61
<i>Gráfico 6 Evolución de la pirámide poblacional del Ecuador. Fuente: CEPAL, 2007</i> .....	62
<i>Gráfico 7 Tasa de adultos mayores según género Fuente: INEC, 2010</i> .....	63
<i>Gráfico 8. Diagrama de Pareto de la población adulta mayor según cada provincia. Elaboración propia.</i> .....	66
<i>Gráfico 9 Habitantes adultos mayores en Pichincha. Elaboración: Propia</i> .....	67
<i>Gráfico 10 Adultos Mayores según grupos quinquenales del Ecuador. Fuente: Villacis &amp; Carrillo, 2012</i> .....	70
<i>Gráfico 11 Población total de AM de Quito vs Muestra Total Hombres y Mujeres. Elaboración: Propia</i> .....	99
<i>Gráfico 12 Población de Mujeres (AM) de Quito vs Muestra de mujeres. Elaboración propia</i> .....	100
<i>Gráfico 13 Población de hombres (AM) de Quito vs Muestra de hombres. Elaboración propia</i> .....	101

## CAPITULO 1

### 1.1 Antecedentes

El presente estudio se ha enfocado en la creación de una tabla antropométrica con la cual se obtendrá características específicas y propias de la población ecuatoriana de adultos mayores, para el diseño y rediseño de espacios residenciales que permitirán mejorar la calidad de vida de este grupo vulnerable para la sociedad. Utilizando una de las ramas importantes de ergonomía: antropometría, que describe las diferencias cuantitativas de las medidas del cuerpo humano con el objeto de adaptar el entorno a las personas,(Mondelo, Torada, & Bombardo, 2000). El envejecimiento es un proceso que afecta a la sociedad y a toda la población también llamado Senectud,(Ministerio de Inclusión Económica y Social, 2013). Si bien el proceso de senectud varía de acuerdo a la condición social, es necesario continuar desarrollando alternativas y espacios que permitan mejorar las condiciones de vida a través de planes, programas y proyectos en los cuales las personas adultas mayores sean entes activos en un proceso de inclusión social con la familia y la sociedad, (Ministerio de Inclusión Económica y Social, 2013).

Todas las personas en el mundo atraviesan por este proceso de deterioro biológico y con el paso de los años se hace evidente, ya que existen cambios físicos y psicológicos provocando que las personas tengan dificultades en adaptarse al mundo que lo rodea,(Vargas, 2012). Sin embargo, no existe homogeneidad sobre las características que indiquen que una persona ha envejecido, ya que estas varían de país a país, de cultura a cultura y a lo largo del tiempo,(Franco, 2006). De acuerdo a Franco (2006), existe la posibilidad de diferenciar cuatro etapas del ciclo de vida:

“Primera edad, esta etapa se la relaciona con la infancia y la juventud.

Segunda edad, en la cual se toma en cuenta a la vida activa y reproductiva.

Tercera edad, se refiere a la etapa activa de retiro de las personas adultas.

Cuarta edad, que se refiere a la fase de declinación, en la cual aquellas personas dentro de esta etapa necesitan mayor dependencia y el deterioro es más acelerado.”

Se considera a Ecuador como uno de los países de América Latina que está pasando por el proceso de transición demográfica,(Vargas, 2012), según se describe en la sección 2.3, Ver Capítulo 2.De acuerdo a las proyecciones realizadas por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), la población ecuatoriana futura, con seguridad perderá su trascendencia para el año 2050, y se producirá un fenómeno en el cual, por primera vez, existirá un mayor porcentaje de personas con más de 60 años en comparación con el porcentaje de la población infantil,(INEC, 2010). De acuerdo al último censo de población ecuatoriana en el 2010, los adultos mayores representan el 7% de la población total y la esperanza de vida al nacer de una persona es de 75 años,(Ministerio de Inclusión Económica y Social, 2013).Sin embargo, las cifras difundidas por el INEC en el 2012, señalaron que para el 2050, la población de adultos mayores ecuatorianos representará el 27% de la población total y la esperanza de vida subirá a 80,5 años. (Villacis & Carrillo, 2012)

Ante esta realidad en Ecuador, es importante preguntar, según Paredes (2010), “¿existe un entorno positivo y espacios de participación que permitan un envejecimiento activo, digno y saludable?”. (Paredes, 2014). En varios países con altos índices de esperanza de vida como Estados Unidos, Japón, China, España, Francia, Suecia, entre otros, se ha determinado que los factores para retrasar el proceso de senectud son prosperidad y medicina,

para adultos mayores,(Lema, 2013). El primer factor, prosperidad, se refiere a que adultos mayores habiten en viviendas con condiciones saludables, casas y oficinas diseñadas ergonómicamente, ropa adecuada, alimentación correcta, etc. El segundo factor, medicina se refiere a programas de salud óptimos, tratamientos médicos, entre otros, (Vargas, 2012).

Por lo tanto, teniendo en cuenta la transición demográfica actual, se debe realizar cambios de ambientes y rediseños de espacios como: viviendas, oficinas, muebles, para los adultos mayores quienes demandarán espacios bien diseñados ergonómicamente, ya que serán un segmento importante de la población futura,(Kumar, Sharma, & Lal Meena, 2014).

En la Universidad San Francisco de Quito, se iniciaron las primeras investigaciones ergonómicas para la población ecuatoriana, generando tablas antropométricas utilizando medidas significativas, con las cuales se puedan diseñar y rediseñar puestos de trabajo, espacios residenciales, objetos, entre otros productos, para el desarrollo de la población y mejorar la calidad de vida de las mismas. En la actualidad, existe un primer estudio realizado sobre la comparación estadística de medidas antropométricas entre mestizos, indígenas y afro ecuatorianos de la Región Sierra del Ecuador, (Lema, 2013). El segundo estudio tuvo lugar la generación de una tabla antropométrica para ayudar a mejorar los diseños de puestos de trabajo de la población económicamente activa de Quito, (Cortés & Mejía, 2014). Estos estudios han ayudado a determinar datos propios y características de la población ecuatoriana útiles para el diseño de ambientes adecuados ergonómicamente para los habitantes del Ecuador entre 18 y 65 años.

En Ecuador como en varios países de Latinoamérica el ritmo de envejecimiento de la población se ha acelerado y estos cambios se atienden con escasos recursos, a diferencia de países que comenzaron con el proceso de senectud, hace más de un siglo y tuvieron el

tiempo necesario para adaptarse a los cambios. De todo lo anterior mencionado se ve la necesidad urgente de desarrollar una tabla antropométrica para adultos mayores, la cual se ajuste con las características de la población ecuatoriana, ya que está ayudará a generaciones futuras a tener mejores condiciones de vida con el diseño y rediseño de viviendas, además espacios en los cuales se realicen actividades de la vida diaria. (Franco, 2006)

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

Generar una tabla antropométrica midiendo la población de adultos mayores de Quito, para diseños ergonómicos de espacios adecuados (viviendas), que promuevan mejores condiciones de vida para este grupo de edad.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Objetivos	Metas	Actividades
1. Determinar la población a estudiar considerando edad, género, ubicación geográfica.	1. Seleccionar la población a medir considerando edad y género	1. Determinar mediante información del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), el porcentaje de Adultos Mayores de cada género.
		2. Mediante información del Instituto Nacional de Estadística y Censos(INEC), seleccionar el porcentaje de Adultos Mayores de 65 años
	2. Determinar la ubicación geográfica de la población a medir.	1. Ubicar las provincias que tienen mayor porcentaje de adultos mayores en el Ecuador.
		2. Elegir la ciudad con mayor número de adultos mayores
2. Definir las medidas antropométricas adecuadas para los adultos mayores y la metodología para la toma de datos antropométricos.	1. Investigar las medidas antropométricas adecuadas para adultos mayores.	1. Investigar estudios académicos anteriores, sobre ergonomía, antropometría, relacionados con el estudio.
		2. Analizar y escoger las medidas antropométricas más importantes de los estudios analizados previamente.
		3. Determinar las medidas antropométricas adecuadas para los adultos mayores, las cuales se utilizarán en este estudio.
	2. Definir la metodología a seguir para tomar los datos y tomar las medidas	1. Realizar una investigación de metodologías aplicadas a estudios ergonómicos anteriores en diferentes poblaciones.
		2. Determinar la metodología indicada para el estudio con personas adultas mayores de Quito.
		3. Ubicar las herramientas a utilizar durante las mediciones antropométricas a los adultos mayores de Quito
3. Obtener las medidas antropométricas y generar una tabla antropométrica con los datos de la población de adultos mayores en Quito	1. Definir una muestra representativa de adultos mayores en la ciudad de Quito y tomar las medidas antropométricas	1. Definir la población objetivo con sus características, edad, género, etnia.
		2. Identificar el tamaño de muestra apropiado, a través la fórmula estadística para poblaciones infinitas.
		3. Realizar las mediciones antropométricas al número de personas que representan una muestra significativa para el estudio.
	2. Generar la tabla antropométrica de acuerdo a los datos obtenidos de la población adulta mayor quiteña.	1. Realizar un análisis estadístico para cada una de las medidas antropométricas.
		2. Obtener los percentiles de las medidas antropométricas.
		3. Generar la tabla antropométrica con los datos obtenidos para la población de personas mayores a los 65 años.
		4. Realizan un análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Dunnett

*Tabla 1. Objetivos generales, específicos y actividades. Elaboración propia*

### 1.3 Justificación de la investigación

En Ecuador se considera personas adultas mayores, aquellas que hayan cumplido los sesenta y cinco años de edad., (Asamblea Constituyente, 2008). En la constitución de la República del Ecuador, el artículo 37 expresa: “El estado garantizará a las personas adultas mayores lo siguiente: Atención gratuita y especializada de salud, jubilación universal, rebajas en los servicios públicos y privados, acceso a una vivienda que asegure una vida digna, con respecto a su opinión y consentimiento”,(Asamblea Constituyente, 2008).

Sin embargo, las personas al llegar a jubilarse pierden varios derechos, no son personas productivas, dejan su trabajo y con el paso de los años llegan a caer en condiciones deplorables dentro de sus propios hogares, (Ministerio de Inclusión Económica y Social, 2013). En la actualidad se ha clasificado a los accidentes de personas mayores a 65 años como la 5ª causa de morbilidad y la 7ª causa de mortalidad considerando que el 80% de estos accidentes se producen en el hogar y en actividades de tiempo libre(CEPAL & CELADE, 2007). Según el Ministerio de Salud (2013), los adultos mayores tienen más accidentes dentro de sus propias viviendas que en el exterior, debido a la ausencia de actividades físicas y laborales por el mayor tiempo de permanencia en sus casas.

Considerando estas causas en el Ecuador desde el año 2007 se puso en marcha varios programas como: el Plan Nacional del Buen Vivir y la agenda de igualdad para adultos mayores, en los cuales se han desarrollado proyectos para que las personas con más de 65 años sean entes activos de la sociedad,(Ministerio de Inclusión Económica y Social, 2013).La mejor forma de posponer el envejecimiento y el deterioro funcional es a través de incentivar un estilo de vida físico y mental saludable, ayudando a prevenir la discapacidad de las personas mayores. Se debe mencionar que con esto no se pretende prolongar la vida

indefinidamente, sino dar la mejor vida posible a los años que le quedan a cada persona. (Jenkins, 2005)

Es fundamental tener en cuenta que con el paso de los años las necesidades de los adultos mayores van cambiando y no son iguales a las necesidades de las personas jóvenes. Por lo tanto, el diseño de una vivienda, así como las condiciones ambientales, son esenciales para incrementar la calidad de vida de gente adulta. Además de brindar mayor comodidad a los adultos mayores desde sus hogares significaría crear espacios adecuados dentro de las viviendas para que se sientan más seguros, y puedan realizar sus actividades diarias normalmente, (Vargas, 2012).

En el Ecuador existe escasa investigación sobre las medidas antropométricas propias de la población y se utiliza información de otros países como Estados Unidos, Suecia, España, Portugal, Francia, entre otros países industrializados que ya tienen medidas antropométricas estandarizadas de su población, (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2013). Pero no se ha considerado que esta información difiere de país a país, por ejemplo si se requiere diseñar una silla, de acuerdo con la información antropométrica que se tiene de Estados Unidos, la silla diseñada tendría dimensiones que no servirían para la población ecuatoriana, provocando lesiones y problemas de salud a las personas en un futuro. (Kumar, Sharma, & Lal Meena, 2014)

Finalmente, con la información antropométrica que se tenga de nuestra población se podrá diseñar espacios residenciales con mejores condiciones para incrementar la calidad de vida de las personas adultas, incentivando la iniciativa de mantener a las personas de la tercera edad útiles combinando diversas actividades en espacios dentro de sus viviendas y al aire libre. He ahí la importancia del diseño adecuado y apto de estos espacios los cuales faciliten y

apoyen con el cumplimiento de actividades como: Integración, recreación, desarrollo artístico, entre otras. (Jenkins, 2005)

Con esta investigación se pretende contribuir con datos reales de la población ecuatoriana de adultos mayores en Quito, a través de la obtención de medidas antropométricas. Según Hsiao, Long & Snyder (2002), expresan que es de vital importancia los datos antropométricos propios de la población, ya que ayudan en el diseño ergonómico de oficinas, viviendas, sillas, materiales, equipos, entre otros productos; aptos para la población. El uso apropiado de los datos antropométricos asegurará que los adultos mayores ecuatorianos cuenten con residencias cómodas y más seguras para realizar sus actividades diarias.

#### **1.4 Revisión de Literatura**

Antropometría y Ergonomía, son ciencias que se encuentran estrechamente relacionadas, en la ergonomía los datos antropométricos son utilizados para diseñar los espacios de trabajo, herramientas, equipos de seguridad y protección personal, espacios residenciales, considerando las diferencias entre las características, capacidades y límites físicos del cuerpo,(García, 2009). Antropometría es la ciencia que estudia las medidas del cuerpo humano, con el fin de establecer diferencias entre individuos, grupos, razas, edades, etc.(Zelnik & Panero, 1984). No se puede considerar como un insignificante ejercicio de medición, pues existen factores como edad, género, raza, grupos laborales, entre otros, los cuales varían significativamente entre países, ciudades, provincias, que modifican los parámetros de cada población. (Zelnik et al, 1984).

Las investigaciones antropométricas en su mayoría se han realizado en sectores militares, por la necesidad de equipar adecuadamente a las diferentes fuerzas armadas. Además la

facilidad de encontrar individuos disponibles y fondos para el estudio han sido de gran conveniencia, sin embargo, la limitación de género y edad han sido causas de complejidad, ya que la recolección de datos en un estudio antropométrico es largo e incómodo requiriendo de personal entrenado, además que es costoso,(Zelnik et al, 1984).

Por lo tanto, para realizar un correcto diseño de puestos de trabajo, espacios residenciales, entre otros lugares, se necesitan datos antropométricos de la población que se ajusten a las herramientas al usuario, se tenga compatibilidad, operatividad y facilidad en la manutención, (García, 2009).

- **Influencia de la edad en la Antropometría**

La edad es un factor muy importante por los efectos que se relacionan con la fisiología propia del ser humano, las personas de la tercera edad tienden a ser más bajas que las personas jóvenes, este hecho se produce ya que la anatomía del cuerpo cambia a medida que la edad aumenta, es decir los huesos se desgastan y existe un proceso de declinación biológica, la cual impone limitaciones a las funciones de desempeño, además que aparecen varios tipos de enfermedades musculo-esqueléticas (García, 2009). Los principales problemas que se tienen con el proceso de senectud, es el impacto del envejecimiento entre las demandas físicas del trabajo y la capacidad física del sujeto. (Ilmarinen, Tuomi, & Klockars, 1997)

En el año 2000, se realizó una investigación a un grupo significativo de personas adultas económicamente activas desde 45 años en adelante, organizada por la Fundación Europea para la mejora de las condiciones de vida y trabajo en España.(Castello, García, & Tortosa, 2001). Esta investigación analizó los efectos de la actividad laboral sobre la salud de los trabajadores de acuerdo a su edad. Los resultados del estudio presentan que existen

cambios de la capacidad física después de los 45 años y estos se concentran en los sistemas cardiovasculares y musculo esqueléticos, la estructura corporal y algunos sistemas sensoriales importantes, (Castelló, P, et al. 2001). Las enfermedades con mayor frecuencia son los problemas musculo esqueléticos en las zonas de cuello y espalda; estos se incrementan con la edad en trabajadores con puestos de trabajo tanto técnicos como administrativos,(Leirós, 2009).

- **Influencia del género en la Antropometría**

Según Fullenkamp (2008) existen diferencias antropométricas entre hombres y mujeres, ya que al diseñar un puesto de trabajo, espacio residencial, material u otro instrumento, tomando en cuenta la medida de hombres o mujeres por separado, se puede comprometer el ajuste y la comodidad para el sexo opuesto. Por ejemplo, al diseñar una silla tomando en cuenta solo dimensiones antropométricas masculinas, se obtendrá como resultado una silla incómoda para las mujeres, ya que esta población tiene medidas antropométricas inferiores a los hombres. (Zelnik & Panero, 1984)

Por lo mencionado anteriormente, se enfatiza la importancia de estudiar las diferencias antropométricas entre hombres y mujeres.( Fullenkamp M. 2008)

- **Influencia de la etnia en la Antropometría**

No es suficiente pensar sólo en la región o la nación cuando se requiere utilizar datos antropométricos, ya que es muy importante tomar en cuenta el origen étnico por la existencia de diferencias antropométricas en el mismo país entre los diferentes grupos étnicos existentes.(Acosta & Roca, 2012)

“Las características físicas entre los distintos grupos étnicos están determinadas por aspectos genéticos, alimenticios y ambientales entre otros”. (Acosta & Roca, 2012)

Por lo tanto, para generar un ambiente con mayor seguridad dentro de una oficina, espacio residencial entre otros lugares se debe considerar las condiciones étnicas de un país, considerando así la disminución de la tasa de accidentes en el trabajo. (Acosta & Roca, 2012)

- **Influencia del tipo de ocupación en la Antropometría**

La demanda de información antropométrica para el diseño de maquinaria y equipo de protección personal se ha convertido en un factor importante para reducir las lesiones ocupacionales (Hsiao, Long, & Snyder, 2010). Por este motivo es esencial comprender las diferencias antropométricas entre ocupaciones.

Según Hsiao, (2010) existen varias diferencias antropométricas entre los diferentes grupos ocupacionales. Por ejemplo, los trabajadores agrícolas tienden a ser pequeños y tienen las muñecas más grandes por el tipo de herramientas con las que trabajan diariamente. Caso contrario trabajadores como policías, bomberos tienen una estatura mayor y un peso es superior en comparación a otros grupos ocupacionales, cabe mencionar que este tipo de grupos ocupacionales pasan por un filtro. (Hsiao et al, 2010). Relacionado este ejemplo, si se desea diseñar un equipo de protección personal considerando datos antropométricos de un específico grupo ocupacional, este diseño no tendrá validez para todos los grupos ocupacionales ya que existen diferencias significativas entre estos. (García, 2009)

Por lo tanto, los investigadores y diseñadores deben considerar datos propios de cada grupo, en su área de trabajo, si se requiere evaluar los equipos protectores, máquinas, accesorios, etc. (Franco, 2006)

- **Influencia de la transición demográfica en el envejecimiento**

Tomando en cuenta el punto de vista demográfico, el envejecimiento con respecto a la población se enfoca en el aumento de personas mayores dentro de la sociedad esto quiere decir que las tendencias de fecundidad pasan a la mortalidad, (CEPAL et al, 2007).

Desarrollando el concepto de “Transición Demográfica” que analiza causas como la migración de cada uno de los países y los efectos que provocan estos cambios demográfico, en la demanda de la población hacia los ámbitos de la protección social, (CEPAL et al, 2007). Cuando se presenta un porcentaje elevado de la población con edades avanzadas y esta supera el porcentaje de la población de niños y jóvenes, como está ocurriendo en varios países desarrollados de Europa, tienden a haber desequilibrios en las estructuras por edades (CEPAL et al, 2007). Por lo tanto se llega al concepto de “Envejecimiento Demográfico que es una síntesis de comportamientos individuales en iteración dinámica con proceso sociales, económicos, culturales que expresa una característica de las poblaciones”, (CEPAL et al, 2007).

Desarrollando el concepto de “Transición Demográfica” que analiza causas como la migración de cada uno de los países y los efectos que provocan estos cambios demográficos, en la demanda de la población hacia los ámbitos de la protección social, (CEPAL et al, 2007). Cuando se presenta un porcentaje elevado de la población con edades avanzadas y esta supera al porcentaje de la población de niños y jóvenes, como está ocurriendo en varios países desarrollados de Europa, tienden a haber desequilibrios en las estructuras por edades. (CEPAL et al, 2007). Por lo tanto se llega al concepto de “Envejecimiento demográfico que es una síntesis de comportamientos individuales en interacción dinámica con proceso sociales,

económicos, culturales, que expresa una característica de las poblaciones.(CEPAL & CELADE, 2007)

## 1.5 Metodología

La metodología utilizada para el presente proyecto cuenta con 7 fases que se deben cumplir en un estudio ergonómico. Estas fases siguen un procedimiento, con el cual se debe cumplir el objetivo de rediseñar ergonómicamente dos espacios residenciales dentro de una vivienda, además que es un método con técnicas aplicables para estudios ergonómicos.(Wilson & Corlett, 1994)

### **Fase 1: Observaciones previas al estudio**

La primera fase se enfoca en obtener una visión general del estudio a realizar, en la cual se va a conocer el proceso del método, la organización del trabajo, lugares a desarrollar el trabajo, problemática del estudio. (Wilson & Corlett, 1994)

### **Fase 2: Definición de los objetivos del estudio**

Una vez que se conoce la problemática del estudio se plantean los objetivos generales y específicos, estos deben ser concretos y dirigirse a los resultados del estudio. (Wilson & Corlett, 1994)

### **Fase 3: Determinación de los factores y variables a estudiar**

Los factores y variables a estudiar se han definido en los objetivos previamente identificados, por lo tanto se inicia con investigaciones sobre la población seleccionada, características demográficas, psicográficas, etc. Para obtener la población objetivo que participara en el estudio. (Wilson & Corlett, 1994). Se seleccionan las medidas antropométricas adecuadas para el diseño de espacios residenciales.

**Fase 4: Selección de los métodos y técnicas e instrumentos a emplear**

De acuerdo a las medidas antropométricas seleccionadas se identifica las herramientas adecuadas para la toma de datos, además se realiza un procedimiento acorde con las necesidades de la población objetivo. (Wilson & Corlett, 1994)

**Fase 5: Establecimiento de criterios para la selección de muestra y toma de datos**

Una vez seleccionados los instrumentos de medición se identificará los lugares en los cuales se van a realizar la toma de datos como centros, hospitales, fundaciones, escuelas, colegios, universidades, etc. (Wilson & Corlett, 1994)

**Fase 6: Toma de datos**

En esta fase se realiza la recolección de datos a las personas que deseen participar en el estudio. (Wilson & Corlett, 1994)

**Fase 7: Análisis y elaboración de conclusiones**

En la fase final se analizan estadísticamente los datos obtenidos, se genera la tabla antropométrica. Finalmente con los resultados obtenidos se realizan las conclusiones y recomendaciones del estudio. (Wilson & Corlett, 1994)

## 2 CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Ergonomía

La ergonomía es un campo multidisciplinario el cual relaciona contenidos de ingeniería, ciencias física, biológicas, sociales y del comportamiento, con el fin de desarrollar sistemas y productos que incrementen la productividad y disminuyan el riesgo de lesión y enfermedad en las personas que utilicen estos productos. ((Fernández, Marley, Ibarra, & Noriega, 2008)

### 2.2 Antropometría

La antropometría se divide en tres grandes ramas las cuales se definen a continuación:

- **Antropometría Estática o Estructural:** es aquella que estudia la medición de dimensiones estáticas, es decir, se toman cuando el cuerpo está en una posición fija y determinada. (Valero, 2010)
- **Antropometría Dinámica o Funciona:** es aquella que estudia las mediciones del cuerpo en movimiento asociado a ciertas actividades, como por ejemplo: movimientos de alcanzar, con el objetivo de determinar si el trabajador puede realizar actividades en un determinado sitio de trabajo. (Fernández, et al, 2008).
- **Antropometría Newtoniana:** es aquella que estudia las mediciones de segmentos del cuerpo con el objetivo de utilizarse en análisis biomecánicos, (Fernández, et al, 2008).

## 2.3 Variabilidad Humana

- **Edad**

Sus efectos están relacionados con la fisiología propia del ser humano. A medida que la edad avanza, se produce un acortamiento en la estatura a partir de los 50 años. También cabe resaltar que el crecimiento pleno en los hombres se alcanza en torno a los 20 años mientras que en las mujeres se alcanza unos años antes. (Valero, 2010)

- **Género**

Entre hombres y mujeres existen diferencias antropométricas según Valero (2010), las dimensiones longitudinales de los hombres son mayores que las mujeres en el mismo grupo en un hasta 20% de diferencia.

- **Etnia**

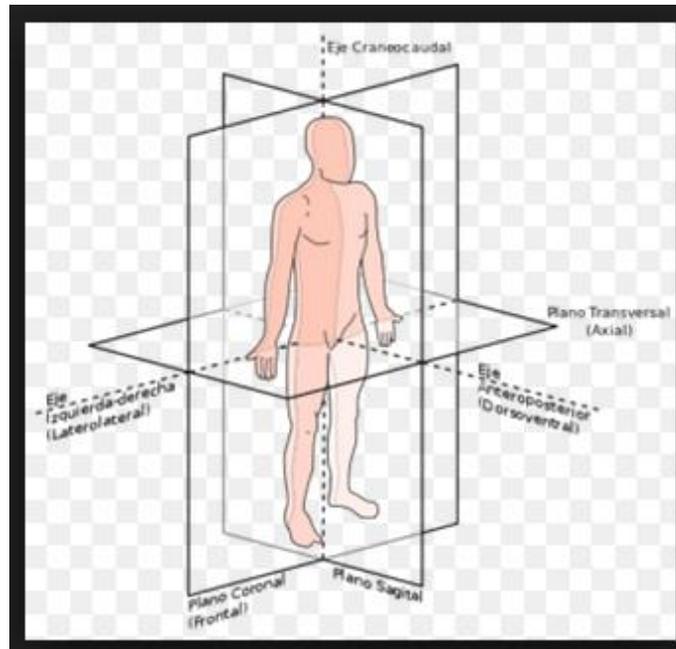
Las características físicas entre los distintos grupos étnicos están determinadas por aspectos genéticos, alimenticios y ambientales entre otros. Por ejemplo, la altura de la población centroafricana es más corta que la población europea del norte. (Valero, 2010)

- **Alimentación**

Según Valero (2010), una alimentación correcta y la ausencia de enfermedades graves en la infancia, contribuye al desarrollo del cuerpo humano.

- **Planos de Referencia**

Son superficies imaginarias que dividen el cuerpo en partes y permiten describir tanto la ubicación de las diferentes partes y órganos del cuerpo humano. (Fernández, et al, 2008). Según los autores, existen 3 planos rectangulares, un plano sagital, frontal y horizontal.



*Imagen 1: Planos de referencia para el cuerpo humano. Fuente: Fernández, Marley y Noriega, 2011*

**Plano sagital:** superficie vertical que pasa exactamente por la mitad del cuerpo dividiéndolo en dos mitades simétricas, derecha e izquierda.(Valero, 2010)

**Plano frontal:** se lo conoce también como coronal, es un plano vertical que atraviesa el cuerpo de arriba hacia abajo formando ángulos rectos con el plano sagital, dividiendo al cuerpo en dos partes anterior (o ventral) y posterior (o dorsal), (Valero, 2010)

**Plano horizontal:** también conocido como transversal, es un plano que atraviesa al cuerpo en ángulos rectos dividiéndolo en dos partes, superior e inferior,(Valero, 2010).

Las personas serán medidas en dos posiciones estándar, postura de pie y postura sentada.

**Postura de pie:** las personas deben permanecer de pie, mirando al frente y con los brazos a los costados relajados, (Fernández, et.al, 2011).

**Postura sentada:** las personas deben sentarse erguidas sobre una silla, mirando al frente, con los hombros relajados y con los codos flexionados formando ángulos rectos (90°).

Los pies deben estar sobre una superficie plana, formando un ángulo recto con las piernas (90°), (Fernández, et.al, 2011).

- **Medidas Antropométricas**

Se define las 19 medidas antropométricas que se van a utilizar en el estudio.

1. **Peso Corporal:** es la estimación de la masa corporal de una persona expresada en kilogramos y constituye una media aproximada del almacenamiento corporal total de energía. Esta depende de la edad, sexo, estilo de vida, estado de salud. etc. (Aguilar, Contreras, Del Canto, & Vélchez, 2013)
2. **Índice de masa corporal (IMC):**es la relación entre el peso corporal con la talla elevada al cuadrado de la persona. Se la conoce también como índice de Quetelet y su fórmula de cálculo es:  $IMC = \text{Peso (kg)} / (\text{talla (m)}^2)$ . (Aguilar, et al, 2013).
3. **Estatura:** distancia vertical desde el nivel superior de la cabeza hasta el suelo. La principal aplicación es estimar la altura en áreas de trabajos casasen posición de pie,(NASA, 1978).
4. **Altura dedo medio:** distancia vertical del piso a la punta del dedo medio con la mano hacia arriba. Es la altura mínima para controles operados arriba con los dedos, (NASA, 1978)
5. **Altura ojos:** distancia vertical del piso al canto interno o al lagrimal del ojo. Su principal aplicación es para la localización de indicadores y definir la altura de obstrucciones a la vista,(Fernández et al., 2011).
6. **Altura hombro:** distancia vertical desde la parte superior del hombro hasta el suelo. La principal aplicación de la medida es la de determinar zonas cómodas para movimientos de alcance,(Fernández et al., 2011).

7. **Altura codo:** distancia vertical desde la parte inferior del codo hasta el suelo con el brazo flexionado (a 90°). La aplicación de dicha medida es servir de referencia para la altura de superficies de trabajo, (Fernández et al., 2011).
8. **Altura rodilla:** distancia vertical desde el nivel de la rótula hasta el suelo normal. Su aplicación es para el espacio requerido por debajo de la parte inferior de las mesas, (NASA, 1978).
9. **Altura sentado erguido:** distancia vertical desde el nivel superior de la hasta el suelo con la espalda erguida. Su aplicación es la distancia del asiento a obstáculos arriba de la cabeza. (Fernández et al., 2011).
10. **Altura sentado sin erguirse:** distancia vertical desde el nivel superior de la cabeza hasta el suelo en posición normal. Su principal aplicación es para el espacio requerido entre el asiento y obstáculos por encima de la cabeza, (NASA, 1978).
11. **Altura del dedo medio sentado:** distancia vertical del piso a la punta del dedo medio mano arriba en posición sentada. Es la altura mínima para controles operados arriba con los dedos en posición sentado, (NASA, 1978).
12. **Altura frontal:** distancia desde la parte trasera hasta el dedo medio cuando los brazos son la posición frontal. Su principal aplicación es para la localización de las mesas o mostradores en la casa o trabajo, (Fernández et al., 2011).
13. **Altura hombro sentado:** distancia vertical desde la parte superior del hombro hasta el suelo en posición sentado. Su primer aplicación es para ser utilizada en compilaciones relacionadas a los espacios de hombro (Fernández et al., 2011).
14. **Altura codo sentado:** distancia vertical desde la parte inferior del codo a la superficie de asiento con el brazo flexionado (a 90°). Su principal aplicación es para la altura

de descansa brazos, altura de mesas, teclados, etc., en relación al asiento, (NASA, 1978).

15. **Anchura de codos:** distancia horizontal desde la cara posterior del codo izquierdo a la cara posterior del codo derecho (codos flexionados 90°) Su principal aplicación es para espacios definidos por el movimiento de los codos (Fernández et al., 2011).
16. **Anchura cadera sentado:** distancia horizontal máxima de caderas. Su principal aplicación es para las dimensiones mínimas del ancho del asiento (Pheasant, 1996).
17. **Longitud nalga-poplítea:** distancia horizontal desde la parte posterior del glúteo hasta la poplítea. Su principal aplicación es para la máxima profundidad aceptable del asiento,(NASA, 1978).
18. **Grosor del muslo:** distancia vertical desde la superficie del asiento hasta la parte alta del muslo, en el punto más grueso. Su principal aplicación es para la distancia requerida entre la parte superior del asiento y la parte inferior de la mesa o de obstáculos similares (Fernández et al., 2011).
19. **Altura poplítea:** distancia vertical desde la poplítea al piso, ángulo recto entre la parte inferior de las rodillas y los tobillos, Su principal aplicación es para la altura máxima aceptable del asiento. (Fernández et al., 2011).

20.

- **Equipos de Medición**

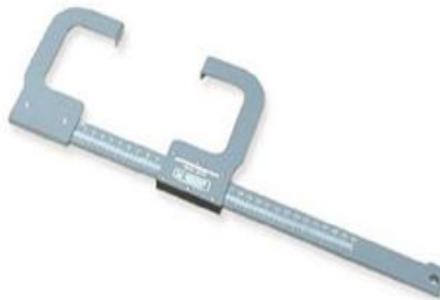
**Balanza Electrónica:** es un dispositivo que permite medir el peso en kilogramos de las personas con resolución de 100g y capacidad de 140 kg. Se debe calibrar periódicamente para

obtener resultados precisos.(Aguilar, et al, 2013). A continuación la Imagen 2 se muestra la balanza electrónica.



*Imagen 2 Balanza Electrónica Fuente: Aguilar, Contreras, Del Canto, & Vélchez, 2013*

**Antropómetro:** es un instrumento que permite medir longitudes proyectadas desde un punto a otro, longitudes directas y diámetros corporales. Consta de una regla (para este caso de 60 cm) sobre esta se encuentran dispuestas dos plataformas una fija que marca 0 y una móvil que permita deslizarse en base a la longitud de la estructura corporal que se desee medir. La escala de medida de un antropómetro está en centímetros y permite una exactitud en milímetros. (Lesmes, 2009) A continuación en la Imagen 3 se muestra el antropómetro que se utilizó en el presente estudio.



*Imagen 3 Antropómetro Fuente: Ccamusv, 2013.*

**Tallímetro fijo de madera:** instrumento para medir la altura en personas adultas mayores, el cual debe ser colocado sobre una superficie lisa y plana, sin desnivel u objeto extraño alguno

bajo el mismo, y con el tablero apoyado en una superficie plana formando un ángulo recto con el piso. (Aguilar, et al, 2013). A continuación se muestra en la Imagen 4 el tallímetro.



*Imagen 4 Tallímetro de madera. Fuente: Aguilar, Contreras, Del Canto, Vichez, 2013*

**Flexómetro:** es un instrumento que sirve para la medición de distancias y alturas (Marcilla & Ruiz, 2012). Estas cintas deben ser flexibles, pero a su vez deben ser rígidas ya que pueden utilizarse para realizar medidas verticales (Vega & López, 2006). A continuación en la Imagen 5 se puede muestra una imagen del flexómetro.



*Imagen 5 Flexómetro Fuente: Aguilar, Contreras, Del Canto, Vichez, 2013*

**Ficha antropométrica:** tablas donde se registran las medidas del cuerpo humano, tales como: estatura, peso, etc. (Pheasant, 1996). Ver Anexo 1.

## 2.4 Población Adultos Mayores

- **Adultos Mayores (AM)**

Es una expresión a trópico-social que hace referencia a la población de personas mayores desde los 60 años en adelante.(Vargas, 2012).

- **Envejecimiento**

Es aquel proceso continuo, universal, irreversible, heterogéneo o individual del ser humano durante todo su ciclo de vida, el cual determina pérdida progresiva de la capacidad de adaptación. En las personas adultas mayores sanas muchas funciones fisiológicas se mantienen estables, pero al ser sometidos a estrés se manifiesta la disminución de la capacidad funcional. (Aguilar, Contreras, Del Canto, & Vílchez, 2013)

- **Vejez activa**

Es el proceso de optimización de las oportunidades para obtener bienestar físico, social y mental durante toda la vida con el fin de extender la esperanza de vida saludable, la productividad y la buena calidad de vida en la vejez. (Ministerio de Inclusión Económica y Social, 2013)

- **Estado de vida saludable**

Se denomina a la forma de vivir de la persona, cuyo conjunto de patrones de conducta o hábitos promueven y protegen su salud, familia y comunidad. (Aguilar, Contreras, Del Canto, & Vílchez, 2013)

- **Espacios residenciales**

Se refiere a una vivienda adecuada, a un entorno seguro y propicio, que incluye también la integración social del Adulto Mayor como elemento fundamental y necesario.

- **Condiciones de vida**

Modo en que las personas desarrollan su existencia enmarcadas por particularidades individuales y por el contexto histórico, político, económico y social que les toca vivir, se lo mide por ciertos indicadores. (Vargas, 2012)

- **Calidad de vida**

Concepto que se utiliza para determinar ingresos y comodidades de una persona, grupo, comunidad que poseen en un espacio en específico (Vargas, 2012)

- **Trastornos Musculo- esqueléticos**

El proceso de envejecimiento empieza con cambios inevitables como pérdida de tejido óseo, reducción de masa muscular, reducción de la función respiratoria, disminución de la capacidad cognoscitiva, elevación de la tensión arterial y degeneración macular que predisponen a condiciones de incapacidad como osteoporosis, artritis, enfermedades cardíacas, enfermedades psicológicas, demencia y ceguera, etc. (Zorrilla, 2002). Según Homero (2000) entre los 30 a 80 años existe una disminución del 30 a 40% de la masa muscular, la cual es una pérdida no lineal y se acelera con la edad.

“La remodelación de tendones y ligamentos se vuelve más lenta, los cambios óseos son de particular importancia por sus implicancias clínico-epidemiológicas. Existe disminución en la actividad osteoplastia, decremento de la masa ósea, reducción del grosor de la cortical. En los hombres la masa ósea, es mayor a través de toda la

vida y la pérdida de los estrógenos femeninos termina con el efecto inhibidor de éstos sobre los osteoclastos. Se produce osteoporosis (pérdida de la masa ósea con composición normal del hueso) típicamente en caderas, fémures y vértebras. También puede aparecer osteomalacia (falla en la calcificación de la matriz ósea y acumulación de hueso no calcificado) lo cual se asocia a déficit de vitamina D.” (Homero, 2000)

Los trastornos musculo esqueléticos que tienen mayor frecuencia en el proceso de senectud son la artritis y la osteoporosis, estas enfermedades son las principales causas de discapacidad y limitación de la movilidad en los adultos mayores, especialmente en las mujeres mayores. (Jenkins, 2005)

**Artritis Reumatoide:** es una enfermedad que empieza como causa de alteraciones del proceso inmunitario, la cual afecta directamente a los anticuerpos los cuales identifican por error como invasores a algunas células del cuerpo. (Jenkins, 2005). Esta enfermedad se presenta con mayor frecuencia en los ancianos, esta se inicia con una inflamación y después de varios meses o años se puede llegar a un enfermedad crónica. (Zorrilla, 2002)

**Osteoporosis:** es un tipo de alteración que se presenta por la pérdida de calcio en los huesos, que se debilitan y los hace propensos a fracturas. (Jenkins, 2005). Esta enfermedad se presenta frecuentemente en adultos mayores desde los 65 años y su prevalencia es mayor en mujeres desde los 75 años. (Jenkins, 2005)

## 2.5 Diseño de Espacios Residenciales

A continuación se presentan varias recomendaciones que se pueden aplicaren las viviendas de adultos mayores.

- **Especificaciones requeridas en hogares para Adultos Mayores**

Los adultos mayores pueden vivir en casas de un piso diseñadas ergonómicamente, sin ningún problema y así satisfacer sus necesidades básicas fácilmente, además debe existir una correcta iluminación seguida por superficies lisas. (Octavia & Widjaja, 2013)

### **Dormitorio y Sala**

Los dormitorios deben ser ubicados cerca de los baños y duchas, la distancia entre estos cuartos debe ser corta y no tener obstáculos en el camino, dando facilidad a los adultos mayores. La iluminación debe ser clara por las noches para evitar caídas. Por otro lado, los teléfonos, interruptores eléctricos y unidades de alarma deben ser localizados cerca de las camas en caso de emergencias. (Octavia & Widjaja, 2013)

El mobiliario en la sala debe ser modificado con el fin de dar espacio a las personas de la tercera edad para su movilización, las ventanas se deben ubicar de tal manera que la parte inferior esté más cerca del suelo con el fin de dar un apoyo.

### **Cocina**

La cocina es uno de los cuartos en donde se presenta el mayor riesgo para los adultos mayores, por lo tanto se han tomado en cuenta interruptores, estantes, piso, entre otros factores que puedan provocar accidentes. Los botones de encendido y apagado del horno deben ser señalados para ser visto fácilmente, los cables de las herramientas eléctricas no deben colocarse cerca del lavabo y el horno, de lo contrario los cables pueden ser dañados fácilmente y puede aumentar el riesgo de descarga eléctrica. (Kumar, et al, 2014)

### **Baños y Duchas**

El suelo del baño se tiene que cubrir de un material que prevenga el deslizamiento, ya que existe mayor riesgo de caídas en este cuarto. Por otro lado, se debe tomar en cuenta que la

ducha debe tener un taburete no deslizadizo en su interior para facilitar el aseo de las personas adultas mayores. Finalmente, en caso de una situación de emergencia, las puertas deben diseñarse para abrirse desde afuera con facilidad.(Kumar, et al, 2014)

### **Escaleras**

En caso que existiera escaleras dentro del hogar estas deben contar con una correcta iluminación, además de un interruptor en el principio de las escaleras. Se debe instalar barandillas en las paredes junto con un material luminoso en los costados de las paredes para dar apoyo a las personas mayores. Y estar pendiente de la escalera debe estar vacías siempre.(Jenkins, 2005)

### **Suelo**

El piso debe ser cubierto con un material no deslizante, las cosas pequeñas, umbrales y alfombras deben ser retiradas del suelo con el fin de evitar las caídas a los adultos mayores. (Jenkins, 2005)

## **2.6 Definiciones Estadísticas**

- **Minitab®**

Es un software estadístico que fue diseñado para el análisis de datos. Este fue desarrollado en 1972 por tres profesores de Estadística de la Universidad de Penn State. Es uno de los programas más utilizados al aplicar la metodología Six Sigma. (Minitab®,2006)

- **Estadística Descriptiva**

Pretende describir las características relevantes de un conjunto de datos. Se da a conocer en varios trabajos de natalidad y mortalidad realizados por John Graunt en Londres desde 1604 hasta 1661, por esta razón estos términos, se los utiliza en el área demográfica.(Sabadias, 1995).

- **Estadística Inferencial**

La estadística inferencial ayuda a la toma de decisiones basadas en la aceptación o el rechazo de relaciones que se las toman como hipótesis, la cual está acompañada de un margen de error y probabilidad determinada. (Sabadias, 1995)

- **Diagrama de Pareto**

Se lo considera como una herramienta de la calidad, ya que es un diagrama que relaciona los datos y los ordena de acuerdo a su frecuencia de mayor a menor. También se la conoce como regla 80-20 con el objetivo de evidenciar prioridades entre los datos que se están analizando. (Kume, 2002)

- **Población**

Según Montgomery y Ruger (2002), se define como población aquella que se encuentra formada por la totalidad de observaciones en las cuales se tiene un cierto interés.

- **Muestra**

Se define como muestra al subconjunto de observaciones las cuales se han identificado dentro de una población de la cual se quiere inferir. (Montgomery D. , Diseño y Análisis de Experimentos , 2007)

- **Variable Aleatoria (X)**

Se define como una función la cual asocia un número real con cada elemento del espacio muestral. (Walpole, Myers, Myers, & Ye, 2007)

- **Variable Aleatoria Continua**

Se define como un espacio muestral el cual contiene un número infinito de posibilidades igual al número de puntos de un segmento de línea. (Walpole, et al, 2007)

- **Medidas de Tendencia Central**

**Media:** Representa el valor promedio de todas las observaciones de la muestra, se denota con la letra griega  $\mu$ . (Hines & Douglas, 2002)

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

*Ecuación 1 Media. Fuente Montgomery, 2007*

**Mediana:** Se define como el punto el cual divide a la muestra en dos mitades iguales, una parte se encuentra por debajo de media y la otra parte queda por encima de la misma. (Montgomery & Ruger, 2002)

$$\bar{x} = \left\{ \begin{array}{ll} x_{\left(\frac{[n+1]}{2}\right)} & \text{Impar} \\ \frac{x_{\left(\frac{n}{2}\right)} + x_{\left(\left[\frac{n}{2}+1\right]\right)}{2} & \text{Par} \end{array} \right\}$$

*Ecuación 2 Mediana (Montgomery, 2007)*

**Moda:** Según Montgomery y Ruger, 2002, se define como la observación que se presenta en mayor frecuencia en la muestra.

- **Distribución Normal**

La distribución normal tiende a obtener valores cercanos a la media, a medida que se aleja de este valor la probabilidad también decrece de derecha a izquierda es decir, de forma simétrica. Se afirma que una variable aleatoria X tiene una distribución normal con media  $u$  ( $-\infty < u < \infty$ ) y varianza  $\sigma^2 > 0$  si tiene la función de densidad. (Hines & Douglas, 2002)

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{x-\mu}{\sigma}\right]^2} \quad -\infty < x < \infty$$

*Ecuación 3 Distribución Normal. Fuente: (Hines & Douglas, 2002)*

La notación abreviada que se utilizó es  $X \sim N(\mu, \sigma^2)$ , la cual indica que la variable aleatoria  $X$  se distribuye normalmente con media  $\mu$  y varianza  $\sigma^2$ . (Hines & Douglas, 2002)

La representación gráfica de los datos antropométricos sigue la curva normal, también conocida como campana de Gauss. (Valero, 2010)

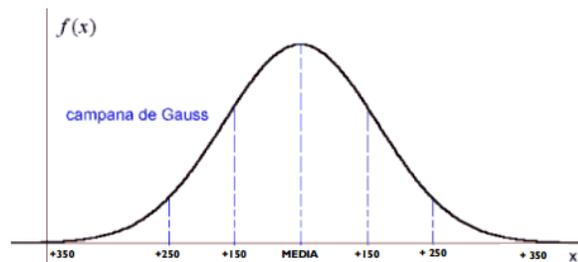


Imagen 6 Curva de Distribución Normal. Fuente: (Valero, 2010)

A continuación se presentan las propiedades de la distribución normal, según Hines & Douglas, 2002:

1.  $\int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = 1$
2.  $f(x) \geq 0$  paratodox
3.  $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = 0$  y  $\lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) = 0$
4.  $f[(x + \mu)] = f[-(x - u)]$  La densidad es simétrica alrededor de  $\mu$
5. El valor máximo de  $f$  ocurre en  $x=u$
6. Los puntos de inflexión de  $f$  están en  $x= \mu \pm \sigma$

La distribución normal aparece en varios fenómenos naturales, como ejemplo en el cuerpo humano se presentan varias dimensiones, las cuales siguen la distribución con forma de campana de Gauss. (Valero, 2010). Por lo tanto, una población homogénea sigue una distribución normal en cualquiera de sus dimensiones antropométricas, dando como resultado estimaciones, cálculos, entre otros análisis estadísticos de acuerdo a las propiedades de esta

distribución. (Valero, 2010). . Esto quiere decir que para cualquier dimensión del cuerpo humano, por ejemplo, la estatura, la mayoría de los individuos se encuentran en torno al valor medio, existiendo pocos individuos muy bajos o muy altos.(Valero, 2010)

- **Prueba de Hipótesis**

Es una técnica de inferencia estadística, la cual realiza una comparación entre términos objetivos, con el riesgo de obtener una conclusión equivocada.(Montgomery D. , Diseño y Análisis de Experimentos , 2007)

**Hipótesis Estadística:** Es un enunciado o afirmación ya sea acerca de los parámetros de una distribución de probabilidad o de los parámetros de un modelo.(Montgomery D. , Diseño y Análisis de Experimentos , 2007)A continuación se presenta el enunciado de las hipótesis:

$$\text{Hipótesis nula } H_0: u_1 = u_2$$

$$\text{Hipótesis Alternativa } H_1: u_1 \neq u_2$$

**Error Tipo I:** Se presenta cuando el estadístico de prueba, direcciona a rechazar la Hipótesis Nula cuando en realidad es verdadera. La probabilidad de cometer un error tipo I se estima con el parámetro  $\alpha$ , (nivel de significancia). (Montgomery D. , Diseño y Análisis de Experimentos , 2007)

**Error Tipo II:** Se presenta cuando el estadístico de prueba direcciona para no rechazar la hipótesis nula cuando en realidad es falsa. La probabilidad de cometer un Error Tipo II se estima con el parámetro  $\beta$ . (Montgomery D. , Diseño y Análisis de Experimentos , 2007)

		Resultado obtenido en la Prueba de hipótesis realizada	
		Verdadero	Falso
En la Realidad el resultado es:	Verdadero	$1-\alpha$	Error tipo 1 : $\alpha$
	Falso	Error tipo 2: $\beta$	Potencia de la prueba: $1-\beta$

*Tabla 2 Conclusiones para la prueba de hipótesis. Fuente: Montgomery D. , 2007*

- **Intervalo de Confianza**

Los intervalos de confianza y las pruebas de hipótesis se encuentran estrechamente relacionados ya que sirve para la toma de decisiones de los parámetros establecidos.

(Mendenhall & Sincich, 1997).

Son intervalos los cuales brindan un intervalo dentro del cual se espera que este incluido el valor del parámetro o parámetros que se está analizando. (Montgomery D. , Diseño y Análisis de Experimentos , 2007).

- **Valor P**

Es el mínimo valor de significancia con el cual se rechaza la hipótesis nula, además si el valor p de la prueba realizada es menor al nivel de significancia determinado, de igual manera se rechaza la hipótesis nula. (Montgomery D. , Diseño y Análisis de Experimentos , 2007)

- **Prueba Anderson Darling**

Es una prueba no paramétrica, con el objetivo de verificar si una muestra viene de una distribución específica. Es una modificación a la prueba K-S donde se le brinda mayor peso a las colas de la distribución. (Montgomery D. , Diseño y Análisis de Experimentos , 2007)

A continuación se presenta el estadístico de la prueba:

$$AD = A_n^2$$

$$A_n^2 = n \int_{-\infty}^{\infty} \frac{[F_n(x) - F(x)]^2}{F(x)[1 - F(x)]} f(x) dx$$

$$A_n^2 = - \sum_{i=1}^N \frac{(2i-1)}{n} [\ln F(Y_i) + \ln(1 - F(Y_{n+1-i}))] - n$$

Ecuación 4 Estadístico Anderson Darling. Fuente Montgomery D. , 2007

Donde:

$n$ : Número de datos

$F(x)$ : Función de distribución de probabilidad teórica (distribución acumulada)

$F_n(x)$ : Función de distribución empírica

- **Kolmogorov-Smirnov**

El test de Kolmogorov-Smirnov se utiliza para comprobar la suposición de normalidad en el análisis de varianza ya que trata de determinar si dos conjuntos de datos difieren significativamente. Esta prueba permitirá visualizar gráficamente los datos que pueden ayudarnos a entender cómo se distribuyen los datos. (Conover, 1993)

Su principal ventaja es que, la prueba es de libre distribución, bajo un supuesto de continuidad para la distribución de población/modelo univariado, dando las probabilidades válidas para cualquier distribución subyacente del conjunto de datos original y comparación. También puede ser aplicado universalmente sin restricción a cualquier problema científico. Por ejemplo, no hay ninguna restricción sobre el tamaño de la muestra. (Conover, 1993)

La prueba KolmogorovSmirnov (KS) presenta mejores resultados al trabajar con tamaños de muestra pequeñas, es decir con observaciones menores a 100, además que presenta mayor sensibilidad a valores que se acercan a la mediana caso contrario con valores

en los extremos. Por lo tanto, se utiliza la prueba KS para demostrar si los datos de la muestra total de hombres y mujeres por separado sigue una distribución normal. (Banks,2005)

- **ANOVA**

Es un procedimiento que se utiliza para probar la igualdad entre dos o más medias, ya que se tienen a tratamientos o niveles diferentes de un solo factor.(Montgomery D. , Diseño y Análisis de Experimentos , 2007). A continuación se presenta el modelo:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

*Ecuación 5 Ecuación análisis de varianza simple.Fuente Montgomery D , 2007*

Donde:

i: es el número de tratamientos

j: es el número de observaciones dentro de cada tratamiento:

$y_{ij}$ : es la observación del tratamiento i y la observación j.

$\tau_i$ : efecto del tratamiento i

$\varepsilon_{ij}$ : error de la observación j del tratamiento i.

De esta forma, el modelo  $\mu$  es un parámetro común a todos los tratamientos al que se llama la media global y  $\tau_i$  es un parámetro único del tratamiento i-ésimo al que se llama el efecto del tratamiento i-ésimo. (Montgomery D. , Diseño y Análisis de Experimentos , 2007)

El modelo de las medias, así como el de los efectos son modelos estadísticos lineales, es decir la variable de respuesta  $y_{ij}$  es una función lineal de los parámetros del modelo. (Montgomery D, 2012)

Es esencial que el orden de las observaciones sea aleatorio, para obtener un experimento uniforme, ya que el objetivo principal es demostrar la hipótesis apropiada sobre las medias de los tratamientos y estimarlas. Para probar la hipótesis se supone que los errores del modelo son variables aleatorias, las cuales siguen los siguientes supuestos: distribución

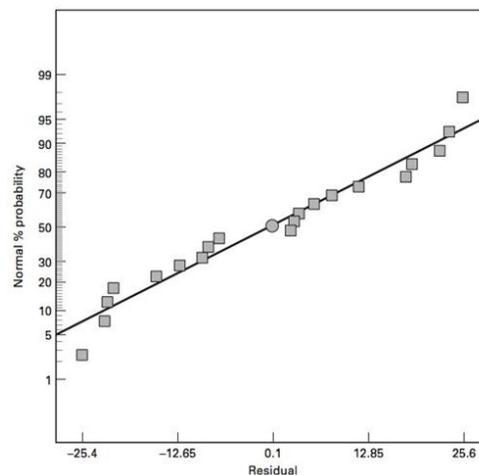
normal, son independientes con media cero y varianza  $\sigma^2$ , además de ser observaciones mutuamente independientes. (Montgomery D, 2012)

$$y_{ij} \sim N(u + \tau_i, \sigma^2)$$

Normalmente se podría realizar una comparación de medias utilizando una prueba t para todos los pares de medias posibles. Sin embargo, esto aumenta drásticamente el error tipo 1 (rechazar la hipótesis nula cuando en realidad es verdadera). (Montgomery D. , Diseño y Análisis de Experimentos , 2007)

- **Supuesto de Normalidad**

Un procedimiento útil para determinar el supuesto de normalidad, es la gráfica de probabilidad normal, con esta gráfica se puede obtener un resultado eficaz y directo, ya que se obtendrá la apariencia de una línea recta si los datos siguen una distribución normal, además se debe prestar mayor atención a los valores centrales de la gráfica que a los valores extremos.(Montgomery D. , Diseño y Análisis de Experimentos , 2007). A continuación se presenta en el Gráfico 1, un ejemplo de la gráfica de probabilidad normal.



**Gráfico 1 Gráfica de probabilidad normal**

- **Igualdad de Varianza**

Determina que las varianzas entre los tratamientos sean constantes, por lo tanto se realiza un gráfico de residuales contra los valores ajustados. Se debe observar que no existan cambios en la varianza. En ocasiones la varianza de las observaciones incrementa cuando la magnitud de observaciones se incrementan. (Montgomery D., 2007)

- **Independencia de los Residuos**

Considera que las observaciones tomadas se realizaron aleatoriamente, por lo tanto para comprobar se realiza un gráfico de los residuos contra el orden de la corrida. Se debe observar que no existan. (Montgomery D., 2012)

- **Diseño no balanceado**

Considera que el número de observaciones realizadas dentro de cada tratamiento es diferente. (Montgomery D. , Design and Analysis of Experiments , 2012). A continuación se presenta las desventajas de utilizar un diseño no balanceado:

El estadístico de prueba no es insensible a las desviaciones pequeñas del supuesto de igualdad de las varianzas de los a tratamientos. (Montgomery & Ruger, 2002)

La potencia de prueba no se maximiza cuando el tamaño de las muestras es diferente, mientras que si lo hace cuando el tamaño de estas es igual.(Montgomery D., 2007)

- **Percentiles**

De acuerdo a Montgomery y Ruger, (2002), el percentil 100k-ésimo, concierne a un valor de los datos de tal manera que 100k% de las observaciones, se encuentran en este valor por debajo o por encima del mismo (para este último 100(1-k)%).

Según Valero, 2010, percentil es una medida de posición, la cual indica el porcentaje de personas dependiendo su dimensión corporal. Por ejemplo, al dividir una distribución en 100 partes iguales y se las ordena de forma ascendente de 1 a 100., cada punto representa el porcentaje de casos por debajo del valor dado, es decir son valores que comprenden a un porcentaje determinado del conjunto de la distribución.(Valero, 2010).

“El concepto de percentil es muy útil ya que nos permite simplificar cuando hablamos del porcentaje de personas que vamos a tener en cuenta para el diseño.” (Valero, 2010)

Los datos antropométricos se presentan de mejor manera en percentiles, ya que estos proveen convenientes medias que describen el rango de dimensiones del cuerpo a ser adaptadas, haciendo más fácil su localización en los percentiles equivalentes a la medida de la dimensión del cuerpo. Además el uso de percentiles elimina el mal uso de la media en el diseño. (Kroemer, Kroemer, & Kroemer, 2001)

Por lo tanto, el percentil 25 (P25) corresponde a un valor el cual comprende al 25% del conjunto de la población; es decir, el 25% de los individuos de la población considerada tiene para la variable de que se trate, un valor inferior o igual al P25 de esa variable. De igual manera, el P50 corresponde con la mediana de la población, si la distribución es Normal, también se corresponde con la media y la moda. (Valero, 2010)

“Por ejemplo, cuando nos referimos a la talla y hablamos del P5, éste corresponde a un individuo de talla pequeña y quiere decir que sólo un 5% de la población tienen esa talla o menos. Si nos referimos al P50, lo que decimos es que por debajo de ese valor se encuentra la mitad de la población, mientras que cuando hablamos del P95, se está diciendo que por debajo de este punto está situado el 95% de la población, es decir, casi toda la población. Los percentiles más empleados en diseño

ergonómico son el P5 y el P95, es decir, que se proyecta para un 90% de los usuarios. Sin embargo, cuando se trata de garantizar la seguridad del usuario, se emplean los P1 y P99 que cubren a la mayor parte de la población (sólo deja fuera un 2%).”(Valero, 2010)

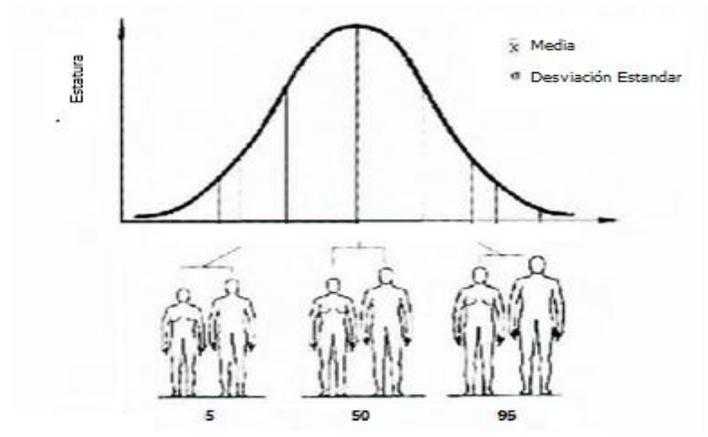


Imagen 7 Percentiles de la población. Fuente: Valero,2010

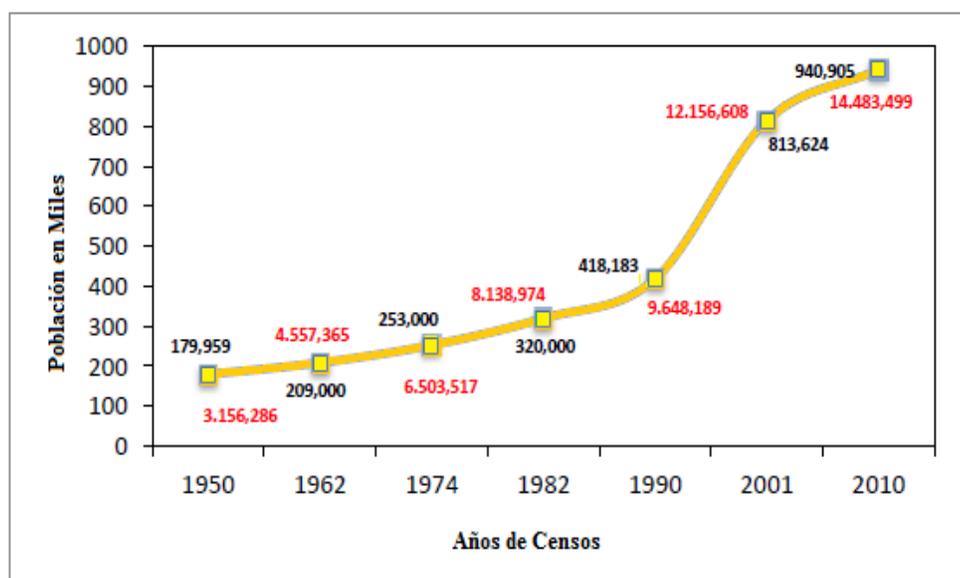
### **3 CAPITULO 3: CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN Y MUESTREO**

#### **3.1 Análisis demográfico del adulto mayor en el Ecuador**

En el Ecuador existen 14.483.499 habitantes, de los cuales el 6.5% de la población nacional es adulta mayor, es decir que alrededor de 940.905 personas son mayores a 65 años, según los datos obtenidos del VII Censo de población y VI de Vivienda realizado en el año 2010 por el Instituto de Estadísticas y Censos del Ecuador, (INEC, 2010).

##### **3.1.1 Población Adultos Mayores de acuerdo a los Censos en Ecuador**

En los últimos estudios demográficos realizados por el INEC, se ha determinado que en las próximas décadas la población adulta mayor seguirá creciendo y según sus proyecciones los habitantes se triplicarán para el año 2050, tiempo en el que se estima que termine el proceso de transición demográfica en Ecuador, (MIES, 2013). A continuación se presenta Gráfico 2, donde se observa el incremento de la población de adultos mayores de acuerdo a la información censal desde 1950 hasta 2010.



*Gráfico 2 Estimaciones y Proyecciones de la población 1950 - 2050 Fuente: INEC-CELADE, 2003.*

Se puede observar en el Gráfico 2 la población de adultos mayores ha ido creciendo con el tiempo; las cifras en rojo son el número total de habitantes en Ecuador y las cifras de color negro representan el número de adultos mayores en cada censo realizado en Ecuador, debido a las cifras registradas desde el primer censo realizado en 1950 con datos de alrededor de 179.959 habitantes, en 1990 las cifras registradas fueron de 418.183 habitantes y el último censo realizado en el 2010 los adultos mayores son más de 900.000 habitantes en todo el Ecuador, se observa que la población de adultos mayores se incrementa con el tiempo, (CEPAL, 2007).

### 3.1.2 Esperanza de vida en Ecuador

A continuación se presenta Gráfico 3 en el cual se muestra el crecimiento de la esperanza de vida desde 1970 hasta el 2010 y la proyección de la misma hasta el 2020. (MIESS, 2013).



*Gráfico 3 Esperanza de vida en Ecuador (1970-2020) Fuente: Agenda de Igualdad para adultos mayores, 2012-2013.*

La esperanza de vida en Ecuador para el 2010 -2015 se ha estimado llega a 72,7 años para los hombres y 78,7 años para las mujeres, en general un promedio de 75,7 años para la población ecuatoriana, (CEPAL, 2007). Esta esperanza de vida se ha incrementado en comparación con el siglo anterior con un promedio de 48,3 años, para 1990 aumentó a 68,8 años y en el 2001 la esperanza de vida era de 73,7 años. (Banco Mundial, 2012). De acuerdo a estos datos históricos la esperanza de vida al nacer para los habitantes del Ecuador ha crecido alrededor de 30 años, esto significa que las condiciones de vida han mejorado considerablemente en el país. (MIES, 2013).

### 3.1.3 Pirámide poblacional de Adultos Mayores en Ecuador.

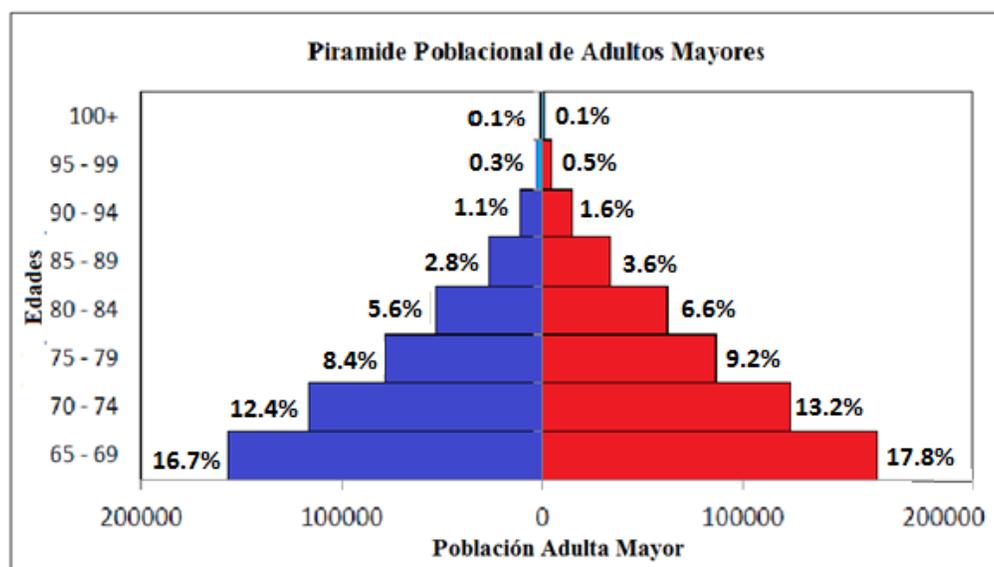


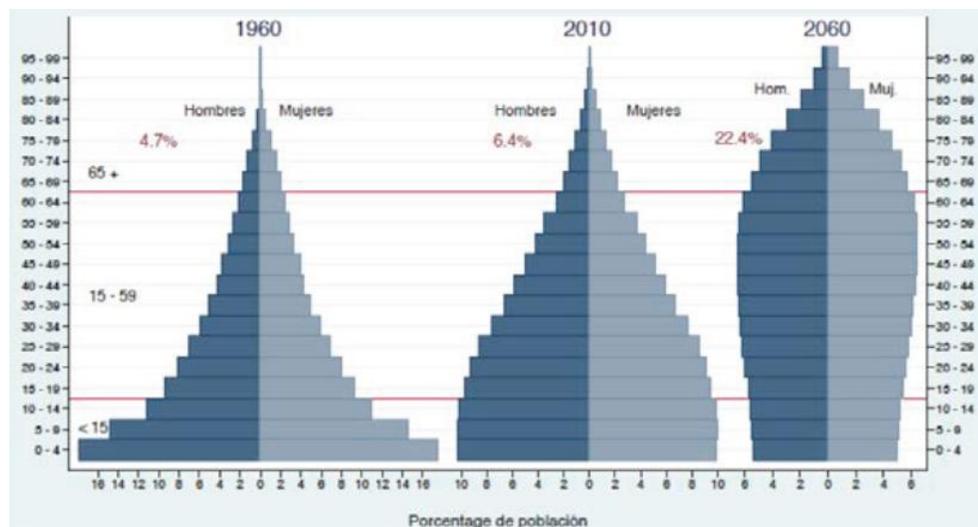
Gráfico 4 Distribución de género de diferentes grupos de edad Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010.

El Gráfico 4 presenta la distribución por género de los diferentes grupos de edad o también denominada “Pirámide Poblacional del los Adultos Mayores en el Ecuador”. (INEC, 2010). Como se observa en el Gráfico 4, existe el 89.9% de adultos mayores en los cuatro primeros grupos de edad desde 65 años hasta 84 años, caso contrario los grupos que se encuentran cerca de la cúspide a partir de los 85 años en adelante tienen un porcentaje del 10.1%. (CEPAL, 2007) Cabe mencionar que estos porcentajes representan la población total de adultos mayores del Ecuador, la cual es el 6.5%. (INEC, 2010).

#### 3.1.3.1 Proyección de la pirámide poblacional de adultos mayores en Ecuador.

Según los recientes estudios demográficos por parte del INEC han dado a conocer que las siguientes décadas la pirámide poblacional perderá su forma triangular, donde existe la mayor cantidad de jóvenes, y con el tiempo se transformará en una base rectangular con un abultamiento en la cúspide, propio de sociedades envejecidas. (MIES, 2013). A continuación

se presenta el Gráfico 5 en la cual se presenta la comparación y proyección de la pirámide poblacional hasta el año 2060.



*Gráfico 5 Evolución de la pirámide poblacional del Ecuador. Fuente: CEPAL, 2007*

### 3.1.4 Tasa de adultos mayores según género.

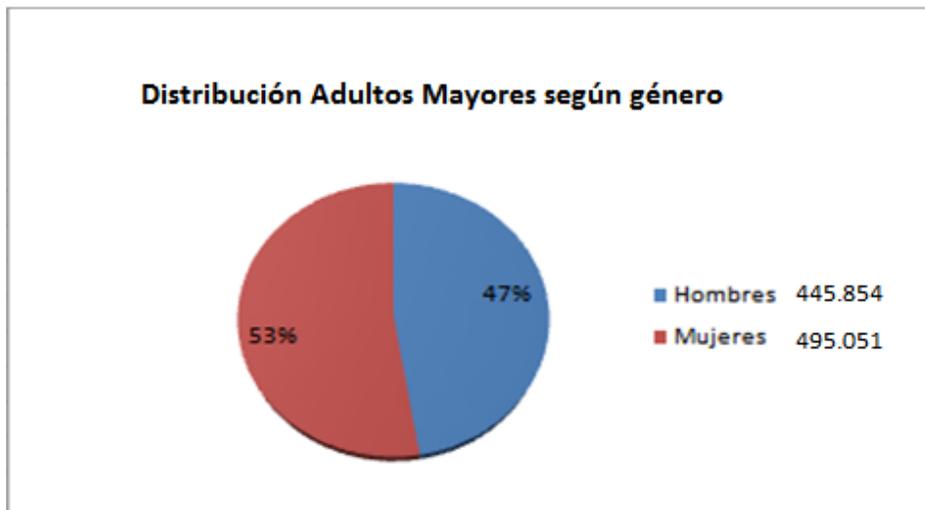


Gráfico 6 Tasa de adultos mayores según género Fuente: INEC, 2010

El Gráfico 6 presenta el porcentaje de adultos mayores según género en el Ecuador, se puede observar que existen 445.854 hombres y 495.051 mujeres, (INEC, 2010). Por lo tanto el 53% son mujeres y el 47% son hombres, es decir que existe mayor porcentaje de población femenina adulta mayor en Ecuador (INEC, 2010).

### 3.1.5 Distribución de adultos mayores en las provincias del Ecuador

A continuación se presenta el porcentaje de adultos mayores con respecto a la población total de cada provincia de Ecuador.

Nº	PROVINCIA	Hombres Adultos Mayores	Mujeres Adultos Mayores	Total Adultos Mayores	Población Adultos Mayores	Población Total Ecuador	%Poblacion Total Ecuador	%Adultos Mayores en Provincia
1	Guayas	101,642.00	112,497.00	214,139.00	22.76	3,645,483.00	25.17	5.87
2	Pichincha	72,567.00	89,682.00	162,249.00	17.24	2,576,287.00	17.79	6.30
3	Manabi	43,576.00	45,678.00	89,254.00	9.49	1,369,780.00	9.46	6.52
4	Azuay	23,756.00	32,079.00	55,835.00	5.93	712,127.00	4.92	7.84
5	Los Rios	24,301.00	21,843.00	46,144.00	4.90	778,115.00	5.37	5.93
6	Tungurahua	19,547.00	22,956.00	42,503.00	4.52	504,583.00	3.48	8.42
7	Loja	20,000.00	21,081.00	41,081.00	4.37	448,966.00	3.10	9.2
8	Chimborazo	18,222.00	22,521.00	40,743.00	4.33	219,401.00	1.51	18.57
9	El Oro	19,101.00	18,972.00	38,073.00	4.05	600,659.00	4.15	6.34
10	Imbabura	14,804.00	17,423.00	32,227.00	3.43	193,664.00	1.34	16.64
11	Cotopaxi	14,826.00	17,108.00	31,934.00	3.39	198,625.00	1.37	16.08
12	Esmeraldas	14,154.00	13,223.00	27,377.00	2.91	271,312.00	1.87	10.09
13	Cañar	8,594.00	11,040.00	19,634.00	2.09	225,184.00	1.55	8.72
14	Santo Domingo	9,535.00	8,947.00	18,482.00	1.96	368,013.00	2.54	5.02
15	Bolivar	8,761.00	9,010.00	17,771.00	1.89	183,641.00	1.27	9.68
16	Santa Elena	8,393.00	8,588.00	16,981.00	1.80	308,693.00	2.13	5.50
17	Carchi	6,727.00	7,355.00	14,082.00	1.50	164,524.00	1.14	8.56
18	Sucumbios	3,729.00	2,824.00	6,553.00	0.70	176,472.00	1.22	3.71
19	Morona Santiago	3,218.00	3,157.00	6,375.00	0.68	147,940.00	1.02	4.31
20	Zamora Chinchipe	2,489.00	2,094.00	4,583.00	0.49	91,376.00	0.63	5.02
21	Orellana	2,345.00	1,891.00	4,236.00	0.45	64,266.00	0.44	6.59
22	Napo	2,086.00	2,010.00	4,096.00	0.44	103,697.00	0.72	3.95
23	Pastaza	1,895.00	1,821.00	3,716.00	0.39	41,673.00	0.29	8.92
24	Zonas No Delimitadas	992.00	741.00	1,733.00	0.18	32,384.00	0.22	5.35
25	Galapagos	594.00	510.00	1,104.00	0.12	25,124.00	0.17	4.39
	TOTAL	445,854.00	495,051.00	940,905.00	100	14,483,499.00	100	100

*Tabla 3 Porcentaje de Adultos Mayores en cada provincia del Ecuador. Fuente : MIESS, 2012*

Se observa en la Tabla 3 el porcentaje de adultos mayores en cada provincia de acuerdo a su población total, además se puede identificar que las provincias de Guayas (22.76%) y Pichincha (17.24%) poseen el mayor porcentaje de población de adultos mayores. Sin embargo, de acuerdo a la población que total de cada provincia, se registra un porcentaje bajo de adultos mayores del 5.87% y 6.30% respectivamente de la población total. (MIES, 2013). Por otro lado se observa que las provincias de Imbabura y Cotopaxi poseen el mayor porcentaje de adultos mayores 16.64% y 16.08% con respecto a la población total en cada provincia,(MIES, 2013).

Finalmente el porcentaje total de la población adulta mayor se encuentra dividida en la Sierra el 47%, en la Costa 48.5% en la Costa y solo el 3.5% en la región Amazónica e Insular, según los datos del Ministerio de Inclusión Económica y Social, (MIES, 2012).

### **3.2 Selección de la población objetivo según sus características demográficas**

Una vez definida la población adulta mayor en el Ecuador, se determinará la población objetivo para este estudio tomando en cuenta las características demográficas más importantes de esta población, (Klainerf, 1998).

### 3.2.1 Selección de Provincias para la investigación

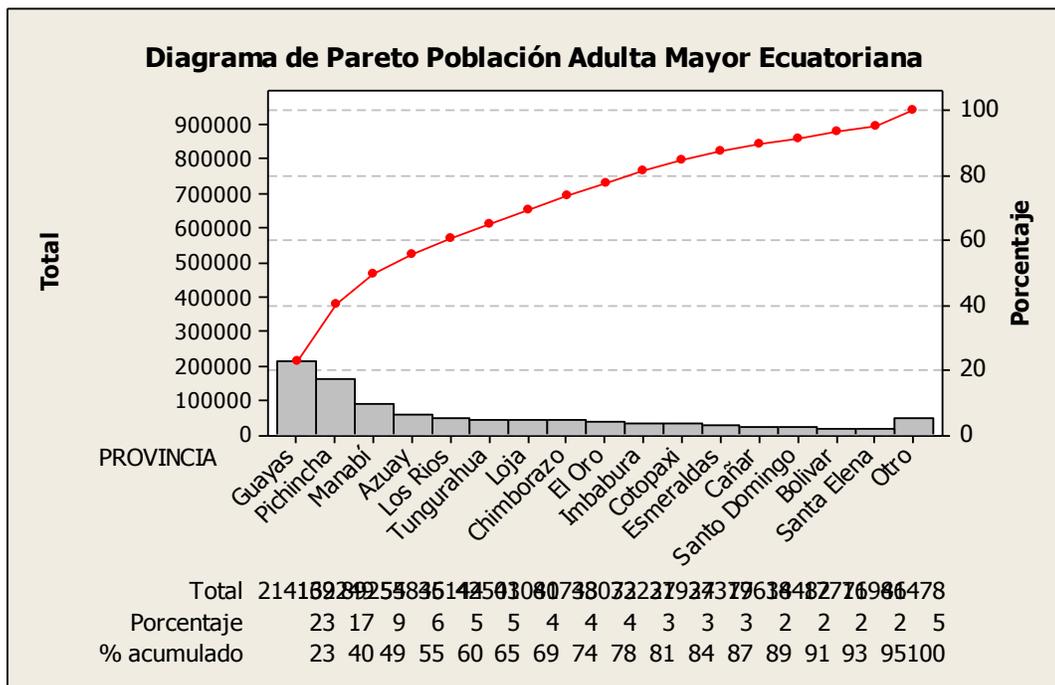


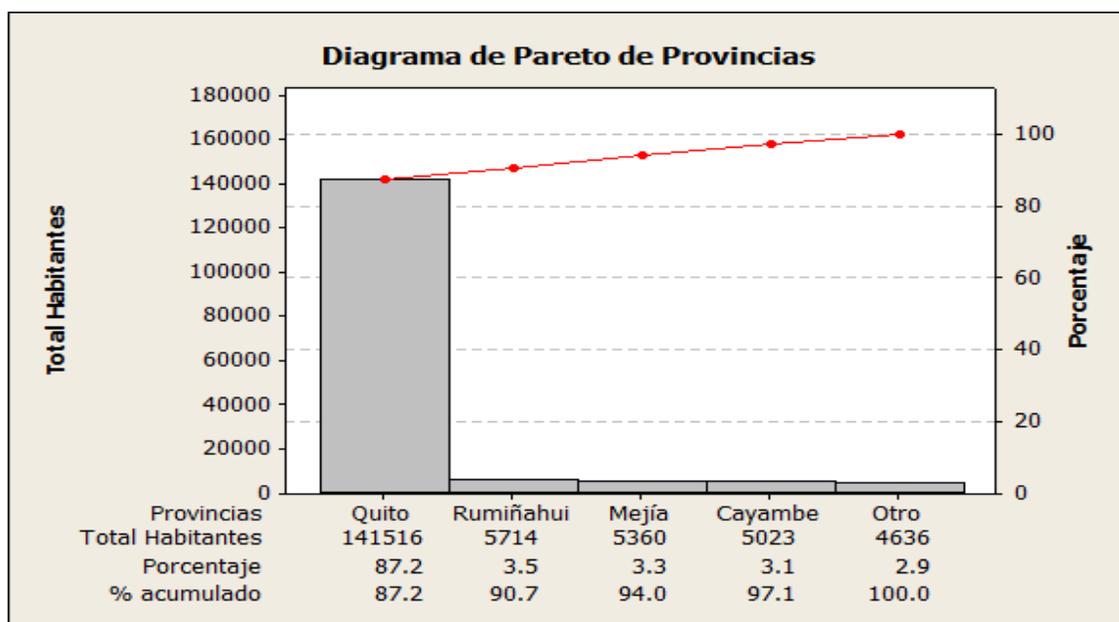
Gráfico 7. Diagrama de Pareto de la población adulta mayor según cada provincia. Elaboración propia.

Se utilizó un diagrama de Pareto (Ver Capítulo 2, sección 2.5) para determinar cuál es la provincia o provincias en las cuales existe el mayor número de habitantes de adultos mayores. De acuerdo a la información proporcionada por el Gráfico 7 y Tabla 3 se observa que existe aproximadamente el 80% de la población de adultos mayores, se encuentra en las provincias del Guayas y Pichincha. Esto concuerda con los datos obtenidos del INEC del último censo realizado en el 2010 en Ecuador.

Para el presente estudio se debería elegir la provincia del Guayas, que presenta el mayor porcentaje de población de adultos mayores (22.7%), pero por limitaciones del proyecto se ha elegido la provincia de Pichincha, la cual es la segunda provincia con un porcentaje alto de adultos mayores, aproximadamente el 17.2% de todo el Ecuador.

### 3.2.2 Selección del cantón Quito

Una vez determinada la Provincia en la cual se va a realizar el estudio, se utilizó un procedimiento similar para elegir el cantón en el que exista el mayor porcentaje de adultos mayores, de la provincia de Pichincha. Cabe recalcar que las cifras que se muestran a continuación pertenecen solo a la población de adultos mayores de cada cantón de Quito.



*Gráfico 8 Habitantes adultos mayores en Pichincha. Elaboración: Propia*

Se puede ver en el Gráfico 8 el número total de adultos mayores que habitan en cada cantón con respecto a la provincia de Pichincha. Se observa que el cantón Quito tiene 141.156 habitantes adultos mayores, esto representa el 87.2% de la población total de Pichincha, el segundo cantón es Rumiñahui con 5.714 habitantes (3.5%), le sigue el cantón Mejía con 5.360 (3.3%) habitantes, Cayambe con 5.028 habitantes (3.1%), Pedro Moncayo 2061 habitantes (1.3%), San Miguel de los Bancos con 900 habitantes (0.6%) y finalmente el cantón Pedro Vicente Maldonado con 596 habitantes (0.4%) adultos mayores. De acuerdo a la información proporcionada por el INEC (2010). Se determinó que el estudio se va a realizar en Quito por ser el cantón con mayor número de habitantes adultos mayores. (INEC, 2010).

La población de adultos mayores del Distrito Metropolitano de Quito representa el 87.2% de toda la población total de la provincia de Pichincha, es decir que existe alrededor de 205.639 habitantes desde los 65 en adelante, en el área urbana viven 153.032 personas y en el área rural 52.605 personas. Además que el 45% son hombres con un total de 92.537 varones y el 55% son mujeres con 113.101 mujeres. (Instituto de la Ciudad, 2013)

### **3.2.3 Selección del rango de edad del Adulto Mayor**

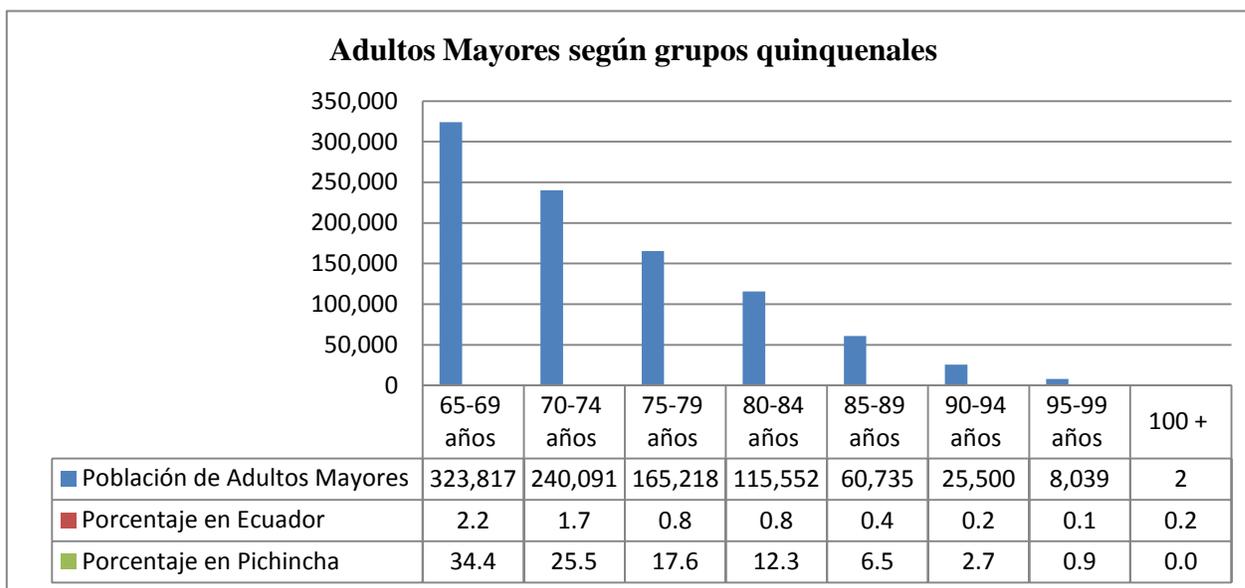
De acuerdo al empadronamiento que se realizó en Ecuador el 2010 se dividió la población en grupos quinquenales de edad, es decir se agrupo en edades cada 5 años. (Ver Capitulo 2, sección 2.3). Además que se puede diferenciar a la población en tres grandes grupos: población menor de 15 años de edad la cual representa el 31,3%, población no dependiente (mayor a 15 años y menor a 65 años) que representa el 62% y finalmente la población mayor la cual empieza desde los 65 años y representa el 6.5% de la población total del Ecuador.(Villacis & Carrillo, 2012) . A continuación se presenta la Tabla 4 *Tabla 4* con la división quinquenal de edades en el Ecuador.

<b>Grupos de Edad</b>	<b>Población</b>	<b>Porcentaje de la población</b>
Menos de 1 año	259,957	1.8
1 -4 años	1'202,320	8.3
5-9 años	1'526,806	10.5
10-14 años	1'539,342	10.6
15-19 años	1'419,537	9.8
20-24 años	1'292,126	8.9
25-29 años	1'200,564	8.3
30-34 años	1'06,289	7.4
35-39 años	938,726	6.5
40-44 años	819,002	5.7
45-49 años	750,141	5.2
50-54 años	610,132	4.2
55-59 años	515,893	3.6
60-64 años	400,759	2.8
65-69 años	323,817	2.2
70-74 años	240,091	1.7
75-79 años	165,218	0.8
80-84 años	115,552	0.8
85-89 años	60,735	0.4
90-94 años	25,500	0.2
95-99 años	8,039	0.1
100 +	1,953	0.2
<b>Población Total</b>	<b>14'481,548</b>	<b>100</b>

*Tabla 4 Estructura de la población por edades en el Ecuador. Fuente Villacis & Carrillo, 2012*

Se puede observar en Gráfico 9 y la Tabla 4 que la población de adultos mayores tiene mayor porcentaje de habitantes desde los 65 años hasta los 89 años con un porcentaje del 5.9% en todo el país y caso contrario con el grupo desde los 90 años en adelante representan el 0.5% de la población total de los adultos mayores del Ecuador. (Villacis & Carrillo, 2012).

Con respecto a la provincia de Pichincha se puede observar que tiene un porcentaje del 96.3% de la población de adultos mayores en las edades e 65 a 89 años y el 3.7% representa a la población adulta mayor desde los 90 años en adelante. (INEC, 2010)



*Gráfico 9 Adultos Mayores según grupos quinquenales del Ecuador. Fuente: Villacis & Carrillo, 2012*

### 3.2.4 Estadística descriptiva de la variable edad

De acuerdo con la base de datos del VII Censo de Población y VI de Vivienda, del INEC (2010), se obtuvo las estadísticas descriptivas de la variable edad de la población adulta ecuatoriana. Se tiene la media de las edades de los adultos mayores ( $\mu$ ), desviación estandar ( $\sigma$ ), Primer Cuartil ( $Q_1$ ), Segundo Cuartil (Mediana), Tercer Cuartil ( $Q_3$ ), el valor mínimo (Min), y el valor máximo (Max) de las edades de los adultos mayores, (Vargas, 2012). A continuación se presenta un resumen de lo expuesto:

Media ( $\mu$ )	Moda	Mediana ( $Q_2$ )	Desviación Estándar ( $\sigma$ )	Primer Cuartil ( $Q_1$ )	Tercer Cuartil ( $Q_3$ )	Valor Mínimo	Valor Máximo
73.95	65	72	7.361	68	79	65	120

*Tabla 5 Estadísticas descriptivas de la edad de adultos mayores en Ecuador Elaboración: Propia*

De acuerdo con lo expuesto anteriormente se ha elegido el rango de edad de adultos mayores desde los 65 años hasta los 89 años para realizar el presente estudio, ya que existe un porcentaje elevado de personas en este rango de edad por lo tanto se puede obtener mayor número de personas que participen en el estudio a realizar.

### 3.2.5 Habitantes Adultos Mayores entre 65 a 85 años en Quito

Una vez definidas las características demográficas de la población adulta mayor se calculó el número de habitantes del cantón Quito entre las edades de 65 a 85 años los cuales son potenciales participantes para el presente estudio. (Instituto de la Ciudad, 2013)

Nº de Grupos	Grupos Quinquenales	Población Total (AM) Quito	Población Mujeres (AM) Quito	Población Hombres (AM) Quito
Grupo 1	65-69 años	31.597	16.748	14.849
Grupo 2	70-74 años	19.73	8.804	10.926
Grupo 3	75-79 años	22.362	11.842	10.52
Grupo 4	80-85 años	9.18	7.154	2.026
TOTAL		82.869	44.548	38.321

*Tabla 6 Población objetivo Adultos Mayores de Quito. Fuente: Elaboración Propia*

Se observa en la Tabla 6 que existen 82.869 habitantes adultos mayores en el cantón Quito, que se dividen en 44.548 mujeres y 38.321 hombres, adultos mayores desde los 65 años hasta los 85 años, los cuales pueden ser candidatos potenciales para el presente estudio.

### 3.2.6 Resumen Población Objetivo

#### 3.2.6.1 Clasificación Geográfica

- País: Ecuador
- Provincia: Pichincha
- Ciudad: Quito

- Distrito: Metropolitano de Quito

### **3.2.6.2 Clasificación Demográfica**

- Edad : 65 – 85 años
- Género: Hombre y Mujeres

De acuerdo al INEC (2010) la población de adultos mayores (AM) en Ecuador es de 940.905 personas, además Pichincha es la segunda provincia en la que habitan el mayor número de personas de la tercera edad con un porcentaje del 17.2% con respecto a los habitantes AM de todo Ecuador. Según el Instituto de la Ciudad, (2010), el cantón Quito o Distrito Metropolitano tiene alrededor del 141.156 adultos mayores denominándola como la ciudad con gran cantidad de adultos mayores con respecto a la provincia. Los 4 grupos que poseen mayor porcentaje de AM están entre las edades de 65 a 85 años con 82.869 personas de la tercera edad, con el 45% hombres y el 55% mujeres, como potenciales participantes para el presente estudio. (Villacis & Carrillo, 2012)

## **3.3 Tamaño de Muestra de Adultos Mayores**

En esta sección se realiza el cálculo de las personas que se necesitan para obtener una muestra estadísticamente representativa.

### **3.3.1 Cálculo del tamaño de muestra**

Se realizó el cálculo del tamaño de muestra tomando en cuenta que la población objetivo sigue características de poblaciones infinitas.

### 3.3.1.1 Poblaciones Infinitas

Una vez obtenida la población objetivo de 82.869 adultos mayores, teniendo en cuenta que se divide el 45% hombres y 55% mujeres, quienes habitan en el Distrito Metropolitano de Quito. Se requiere conocer el número de personas a participar en el estudio, por lo tanto se utilizará la a formula de poblaciones infinitas debido a que se tiene ( $N > 10000$  unidades).(Montgomery & Ruger, 2002) .Además se utilizará un nivel de confianza del 95%, con un 5% de error (E). (Ver Capitulo 2, sección 2.5). A continuación se presenta la formula estadística para calcular el tamaño de muestra:

$$n = \left( \frac{Z_{\alpha/2}}{E} \right)^2 p(1 - p)$$

**Ecuación 6 Formula para poblaciones infinitas. Fuente: Montgomery & Ruger, 2002**  
Dónde:(Ver Capitulo 2 , sección 2.5)

- n es el tamaño de muestra, con un nivel de confianza del 95% ( $\alpha=0.05$ ),  $Z_{\alpha/2}$  es 1.96
- Error de precisión (E) es 0.05
- Prevalencia esperada del parámetro a estimar ( $p = 0.5$ )
- Prevalencia esperada del parámetro que no se ha de estimar ( $1-p = 0.5$ )

De esta manera se calculó el tamaño de muestra para hombres y mujeres, se puede ver a continuación:

$$n = \left( \frac{1.96}{0.05} \right)^2 0.25 = 384.1 \approx 384 \text{ Hombres}$$

$$n = \left( \frac{1.96}{0.05} \right)^2 0.25 = 384.1 \approx 384 \text{ Mujeres.}$$

El tamaño de muestra calculado utilizando la formula de poblaciones infinitas es de 384 hombres y 384 mujeres en total una muestra de 768 adultos mayores del Distrito Metropolitano de Quito.

## **4 CAPITULO 4: MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS PARA EL DISEÑO DE ESPACIOS DENTRO DE UNA VIVIENDA**

### **4.1 Investigación de las habitaciones dentro de una vivienda con mayor riesgo para los adultos mayores**

Durante el proceso de envejecimiento se presentan cambios fisiológicos y descomposición corporal con modificaciones en la proporción y distribución de la masa magra y grasa en el organismo, (Ver Capitulo 2, sección 2.4). (Velázquez, Castillo, Irigoyen, Zepeda, Gutierrez, & Cisneros, 1996). Con estos cambios los adultos mayores van disminuyendo sus capacidades físicas y motoras, provocando que todo tipo de actividad por más básica que sea, se vuelva compleja con el paso de los años.(Nagananda, y otros, 2003). Como consecuencia las personas se vuelven más vulnerables con un descenso de autonomía en las tareas cotidianas como: cocinar, lavar, vestirse, limpiar, etc. Además con el tiempo estas personas necesitan de terceros que las puedan asistir, afectando así su estado de ánimo y desarrollando en ellos daños psicológicos.(Escalante & Gonzáles, 2009)

Varias de estas actividades también se ven interrumpidas por la falta de dispositivos dentro de las residencias, los cuales permitan adaptar las diferentes viviendas a los cambios del proceso de senectud, para que velen por la seguridad y movilidad del adulto mayor para facilitar su convivencia, sin convertir la vivienda en un centro geriátrico, (Escalante & Gonzáles, 2009).

De acuerdo a un estudio realizado por Widjaja, 2013, determinó que las habitaciones en donde ocurren frecuentemente accidentes son: cocina y baño, en estas se desarrollan las actividades básicas e importantes como: aseo personal, cocinar limpiar, entre otras. Por lo

tanto, existe dificultad para los adultos mayores realizar estas tareas y necesitan de rediseños de acuerdo a sus necesidades explícitas, debido a los materiales con los que están contruidos y los equipos que se encuentra dentro de estas habitaciones, (Hilarius, 2007).

La cocina es un espacio que se encuentra equipado para la preparación de alimentos, además se almacena la vajilla y cubertería en los diferentes muebles y estantes, es importante tener precaución ya que es un cuarto en el que se presentan varios accidentes. (Demirbilek, 1999).

A continuación en la Tabla 7, se presentan los problemas que tienen las personas con los diferentes muebles dentro de la cocina.

	<b>Tipo de Mueble</b>	<b>Problemas Identificados</b>
<b>COCINA</b>	<b>Sillas</b>	-El diseño común de las sillas para cocinas es muy bajo, por lo tanto se dificulta que las personas puedan sentarse y levantarse, sin que realicen esfuerzo. -Las personas presentan posiciones incómodas sentarse en la silla.
	<b>Estantes</b>	-Las personas que van envejeciendo dejan de usar los estantes superiores e inferiores de los muebles, ya que no pueden alcanzarlos.
	<b>Cubertería</b>	-Es importante organizar la cubertería en un solo lugar, para que las personas no tengan que caminar y sean propensos a accidentes.

*Tabla 7 Problemas para un adulto mayor dentro de la cocina.. Fuente: Widjaja, 2013*

El cuarto de baño tiene una función particular e imprescindible ya que es un espacio de uso individual y a puertas cerradas. (Escalante & Gonzáles, 2009). Por lo tanto, las actividades

que se llevan en su interior son muy intimas para las personas, como el aseo personal, el cual requiere de cierto nivel de privacidad y al llegar a la tercera edad es incomodo que otra persona ayude en esta tarea, causando un sentimiento de vergüenza en las personas. (Escalante & Gonzáles, 2009)

A continuación se presentan en la

Tabla 8 los problemas que tienen las personas dentro del baño.

	<b>Tipo de Mueble</b>	<b>Problemas Identificados</b>
<b>Baño</b>	<b>Bañera</b>	-Al bañarse se presentan factores como la humedad, agua jabonosa que incrementan las posibilidades de accidentes. -Una superficie poco firme, resbaladizas al mojarse. -La falta de lugares de apoyo, superficies antideslizantes en los espacios reducidos da como resultado accesos inseguros.
	<b>Inodoro</b>	-Los inodoros son muy bajos y provoca incomodidad en los adultos mayores, ya que deben hacer mucho esfuerzo. -No existen apoyos en la pared para que se puedan sujetar al sentarse y levantarse.
	<b>Lavabo</b>	-La altura de los lavabos son bajos, provocando una posición incómoda al realizar las actividades de aseo personal.

**Tabla 8 Problemas para el adulto mayor dentro del baño. Fuente: Escalante & Gonzales, 2009**

Los problemas reales que enfrentan los adultos mayores dentro de sus viviendas en sus actividades diarias, son frecuentes, graves y un descuido puede significar un accidente fatal. (Octavia & Widjaja, 2013)

#### 4.2 Análisis de investigaciones y estudios anteriores relacionados al tema

Se revisaron 5 estudios los cuales se encuentran relacionados con el diseño de espacios residenciales para obtener las medidas antropométricas más importantes, las cuales permitan mejorar y rediseñar la cocina y el baño dentro de una casa, tomando en cuenta las características de la población adulta mayor, (Chaurand, León, Lugo, Guzman & Salazar, 2005), (Kahya, Gulseren, Gelen, Aydin, 2007), (Ersoy, 2008), (Perissinotto, Pisent, Sergi, Grigoletto, ENZI, 2002) y (Kothiyal, Tetty, 2001).

A continuación se presenta un breve resumen de cada uno.

- **Estudio 1**

En este estudio se realizó una evaluación nutricional antropométrica de las personas mayores, se estableció un criterio técnico normativo para poder tomar decisiones oportunas en la atención integral de salud de diferentes áreas en México.

El estudio hace hincapié en dos parámetros, primero, la valoración nutricional de las personas mayores según el Índice de Masa Corporal (IMC), en este caso los datos de altura y peso se utilizaron para calcular el IMC con la siguiente fórmula:

$$IMC = \frac{\text{peso (kg)}}{(\text{altura (m)})^2}$$

*Ecuación 7 Ecuación para calcular IMC, Fuente: Chauran, 2005*

Se utilizó este parámetro para entender qué tipo de cambios se producen durante el proceso de envejecimiento.(Chaurand, et al, 2005)

El segundo criterio que se utilizó fue el perímetro abdominal de las personas para determinar la posibilidad que tiene una persona adulta mayor de enfermarse, los datos obtenidos se utiliza para clasificar el riesgo de adquirir una enfermedad como la diabetes y la hipertensión. (Chaurand, et al, 2005). A continuación en la Tabla 9, se presenta la clasificación e peso según el IMC.

Clasificación	IMC
Delgadez	$\leq 23.0$
Normal	$>23$ a $< 28$
Sobrepeso	$\geq 28$ a $< 32$
Obesidad	$\geq 32$

*Tabla 9 Clasificación según el IMC, "Organización Panamericana de Salud OPS". Fuente: Chaurand, 2005*

- **Estudio 2**

En este estudio se tomaron varias medidas antropométricas, realizadas a 288 personas al azar desde 65 años en adelante de la parte del este de Turquía, tomando en cuenta herramientas, equipos y accesorios necesarios, con los cuales se obtuvieron datos propios de la población turca. Estos datos se tomaron en cuenta para satisfacer las necesidades sociales, psicológicas y culturales de los habitantes y no utilizar datos de países de Europa, (Kahya, et al, 2007).

Con los datos antropométricos obtenidos, se realizó el diseño de una mesa y silla específicamente para el uso de las personas mayores. Además que han sido comparados con los datos de los Estándares de Institución Turca, (Kahya, et al, 2007).

A continuación en la Tabla 10 se puede ver las medidas obtenidas para el diseño la mesa y silla.

	Medidas	Estandares de TSE	Propuestos
Silla	Altura	45 cm	43 cm
	Longitud	50 cm	48 cm
	Anchura	45 cm	43,5 cm
Mesa	Altura	77 cm	75 cm
	Longitud	110 cm	116,5 cm
	Anchura	40 cm	38 cm

*Tabla 10 Comparación entre los datos propuestos y los estándares de TürkStandartlarıEstitüsü, TSE 2003.  
Fuente: Kahya, 2007*

- **Estudio 3**

En esta investigación se tomó diferentes medidas antropométricas a 250 hombres y 250 mujeres desde los 50 años hasta 70 años. Los datos obtenidos se los dividió en cuatro grupos diferentes dependiendo la edad y se realizó una comparación entre hombres y mujeres.(Ersoy, 2008).De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede ver que el peso y la altura son datos que varían cada año en las personas en proceso de senectud, por ejemplo, las mujeres desde los 65 años van perdiendo más peso, en comparación con los hombres.(Ersoy, 2008), Con respecto a la altura del cuerpo, esta se hace más corta con el paso de los años, sin embargo, otras medidas antropométricas como la altura del brazo, la altura de las piernas y las manos no cambian mucho durante el envejecimiento. (Ersoy, 2008),

- **Estudio 4**

Según esta investigación se ha proporcionado las características antropométricas de la población adulta mayor italiana, utilizando a 5462 personas en el rango de 65 y 84 años, con el

objetivo de disminuir la prevalencia de obesidad y condiciones de peso bajo entre las personas de la tercera edad en Italia. (Perissinotto, et al , 2002). Para este estudio uno de los factores más importantes fue el índice de masa corporal (IMC) para obtener las diferencias entre edad y género de los adultos mayores. . (Perissinotto, et al , 2002).

El análisis estadístico que se utilizó fue comparaciones múltiples de Tukey y ANOVA, los cuales se utilizaron para investigar el efecto de la edad, . (Perissinotto, et al , 2002).

- **Estudio 5**

En este estudio se tomaron 23 valores antropométricos de 171 personas adultas mayores desde 65 años en adelante en la ciudad de Sydney, Australia, (Kothiyal, et al, 2001).

El objetivo principal del estudio es contribuir con la industria inmobiliaria, para el diseño de productos apropiados tales como sillas de oficina, mesas de oficina, muebles de casa, equipos de cocina, espacios de almacenamiento, colocación de interruptores eléctricos, manijas de las puertas y ventanas, (Kothiyal, et al, 2001). Estos diseños se han considerado para ayudar a la población de adultos mayores a trabajar y moverse con mayor facilidad, además hacerlos sentir cómodos en cualquier lugar ya sea en el trabajo o en casa. (Kothiyal, et al, 2001). Los datos obtenidos se han comparado con algunas otras poblaciones como británicos, holandeses y estadounidenses para encontrar diferencias significativas de cada población, (Kothiyal, et al, 2001).

- **Comparación y contraste de las medidas encontradas**

Una vez analizados los cinco estudios que se relacionan con el tema, se realizó un resumen de todas las medidas antropométricas utilizadas en cada investigación y se eligió aquellas medidas que tiene más frecuencia, es decir que se repiten tres o más veces entre los cinco estudios. (Cortez, Mejía, 2014).

Se puede ver en la Tabla 11 que existen alrededor de 54 medidas antropométricas las cuales se encontraron en los estudios previamente analizados, se ha determinado que 18 medidas son significativas para el diseño y rediseño de muebles y espacios en la cocina y el baño de una vivienda. Las medidas restantes son significativas para otro tipo de diseños como oficinas, puestos de trabajo en diferentes industrias, equipos de protección personal, uniformes, etc. (Cortez, Mejía, 2014).

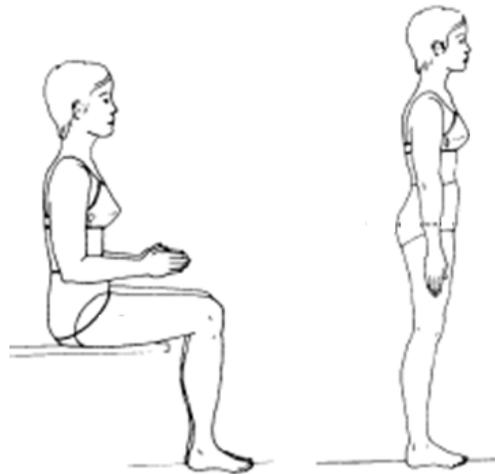
Se muestra a continuación la Tabla 11 con todas las medidas antropométricas, cabe recalcar que las medidas resaltadas de color marrón, son aquellas que se utilizarán en este estudio.

Medidas Antropométricas	(Chaurand, Leon, Lugo, Guzman, Salazar, Cinco, 2005)	(Kahya, Gulseren, Gelen, Aydin, 2007)	(Perissinotto, Pisent, Sergi, Grigoletto, ENZI, 2002)	(Ersoy, 2008)	(Kothiyal, Tetty, 2001).
Peso (kg)	X	X		X	X
Estatura (cm)	X	X	X	X	X
Altura de ojos, parado	X		X	X	X
Altura de oído, parado	X				
Altura hombro, parado	X	X	X		X
Altura de codo, parado	X	X	X		X
Altura codo flexionado, parado	X				
Altura muñeca, parado	X		X		
Altura nudillo, parado	X				
Altura del dedo medio, parado	X			X	X
Altura de la rodilla, parado	X	X	X		X
Altura de la cadera, parado	X				
Diametro máximo del bideltoideo	X		X	X	X
Anchura máxima del cuerpo	X	X			
Diametro transversal torax	X		X		
Diametro bitrocantérico	X			X	X
Profundidad máxima del cuerpo	X				
Alcance del brazo frontal, sentado	X	X	X		
Alcance del brazo lateral, sentado	X	X	X	X	X
Alcance máximo vertical, sentado	X	X		X	X
Profundidad del torax	X				
Altura del tobillo, sentado	X		X		X
Perímetro del brazo	X	X			
Perímetro de la pantorrilla	X				
Altura erguido, sentado	X	X	X	X	X
Altura sin erguirse, sentado	X	X			X
Altura del dedo medio, sentado	X	X			X
Altura hombro, sentado	X	X	X	X	X
Altura del codo, sentado	X	X	X	X	X
Altura máxima del muslo, sentado	X	X		X	
Altura de la rodilla, sentado	X	X	X	X	
Altura de la poplitea, sentado	X	X	X	X	X
Anchura de codos, sentado	X	X	X		X
Anchura cadera sentado	X	X	X		X
Longitud nalga-rodilla, sentado	X		X		
Longitud nalga-poplitea, sentado	X	X	X		X
Grosor del muslo, sentado	X	X		X	
Longitud del brazo estirado al frente	X	X	X		X
Diametro a-p cabeza, sentado	X				
Perímetro cabeza	X				
Altura lumbar	X				
Anchura cabeza	X	X	X		
Anchura cuello	X	X			
Altura cara	X				
Anchura cara	X				
Diametro interpupilar	X				
Longitud de la mano	X		X	X	X
Longitud de la palma de la mano	X		X		
Anchura de la mano	X	X	X	X	X
Anchura palma mano	X	X			
Diámetro empunadura	X				
Longitud pie	X		X		
Anchura pie	X	X	X		
Anchura talón	X		X		

*Tabla 11 Medidas Antropométricas. Fuente: (Chaurand, León, Lugo, Guzmán & Salazar, 2005), (Kahya, Gulseren, Gelen, Aydin, 2007), (Ersoy, 2008), (Perissinotto, Pisent, Sergi, Grigoletto, ENZI, 2002) y (Kothiyal, Tetty, 2001).*

### 4.3 Elección y justificación de las medidas antropométricas a utilizar

Una vez que se ha elegido las habitaciones que causan mayor dificultad para los adultos mayores dentro de la vivienda, en este caso el baño y la cocina. Se determinó que las posturas estándar parado/sentado, con alcances verticales y horizontales son apropiadas para este estudio, ya que las personas de la tercera edad tienen problemas en la cocina, al no poder alcanzar los estantes superiores e inferiores de los muebles, además de presentar molestias al sentarse en las silla, al igual que en el baño al usar la bañera, inodoro y lavabo, (Widjaja, et al, 2013). En la Imagen 8 se presenta lo mencionado anteriormente.



*Imagen 8 Posturas parado/sentado para la toma de medidas antropométricas. Fuente: (NASA, 1978)*

Es importante realizar la estandarización de las posturas parado / sentado y de las medidas antropométricas que se van a realizar, de acuerdo a Fernández, et al, 2008.

Postura Parado: Se requiere que las personas que van a participar en el estudio permanezcan de pie, mirando al frente con sus brazos relajados apoyados en las piernas. (Fernández, et al, 2008). En esta posición se tomarán 7 medidas antropométricas. Ver Tabla

Postura Sentado: Se requiere que las personas que van a participar en el estudio se sienten erguidas sobre la silla; seleccionada para la toma de medidas, mirando al frente con los hombros relajados y con los codos flexionados formando cada brazo un ángulo recto 90°, los pies deben estar asentados en una superficie plana y debe formar con las piernas un ángulo recto 90°, de igual forma que los codos, (Fernández, et al, 2008). En esta posición se tomarán 11 medias. Ver Tabla 12

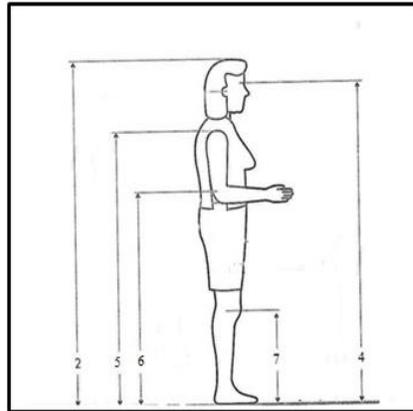
Las definiciones de cada medida antropométrica se encuentran en la sección 2.2.6 del Capítulo 2, del presente estudio.

<b>Número</b>	<b>Posición</b>	<b>Medidas</b>
1	Parado	Peso kg
2		Estatura cm
3		Altura dedo medio
4		Altura ojos
5		Altura hombro
6		Altura Codo
7		Altura rodilla
8	Sentado	Altura sentado erguido
9		Altura sentado sin erguirse
10		Altura dedo medio sentado
11		Alcance máximo horizontal
12		Altura hombro sentado
13		Altura codo sentado
14		Longitud codo-codo
15		Ancho de cadera
16		Longitud nalga-poplítea
17		Grosor del Muslo
18		Altura poplítea
19	<i>Calcular</i>	Índice de masa corporal (IMC)

*Tabla 12 Medidas antropométricas. Elaboración propia*

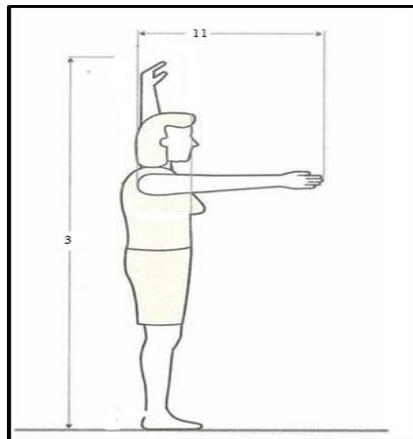
- **Postura Parado**

A continuación se presenta la Imagen 9, con la posición correcta para cada adulto mayor que desee participar en el estudio de acuerdo a la postura parado, se observa 5 medidas antropométricas que son: Estatura (2), Altura de ojos (4), Altura de hombro (5), Altura de codos (6), Altura rodilla (7).



*Imagen 9 Medidas antropométricas posición parado Fuente: (Fernández, Marley, Ibarra, & Noriega, 2008)*

Cabe mencionar que la medida peso kg, no se toma encuentra en las imágenes ya que esta se realiza a través de una balanza electrónica y la medida antropométrica Índice de masa corporal (IMC) ya que se calcula una vez obtenido el peso (kg) y la altura de los participantes, todo lo mencionado se encuentra a detalle en la sección 2.2.6 del Capítulo 2.

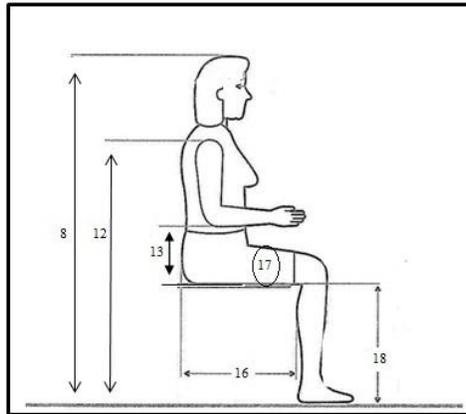


*Imagen 10. Medidas antropométricas posición parado Fuente: (Fernández, Marley, Ibarra, & Noriega, 2008)*

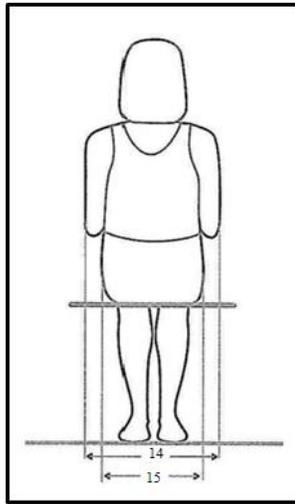
Como se puede observar la Imagen 10, se representa como debe ser la posición correcta de cada adulto mayor que desee participar en el estudio, de acuerdo a la postura parado, se observa 2 medidas antropométricas que son: Altura dedo medio (3) y Alcance máximo horizontal (11).

- **Posición Sentado.**

A continuación se presenta la Imagen 11, la cual representa como debe ser la posición correcta de cada adulto mayor que desee participar en el estudio, de acuerdo a la postura sentado, se observa 7 medidas antropométricas que son: Altura sentado erguido (8), Altura sentado sin erguirse (12), Altura hombro (13), Altura codos (13), Longitud nalga- poplítea (16), Grosos del Muslo (17), Altura poplítea (18).



*Imagen 11 Medidas antropométricas posición sentado Fuente: (Fernández, Marley, Ibarra, & Noriega, 2008)*



*Imagen 12 Medidas antropométricas posición sentado Fuente: (Fernández, Marley, Ibarra, & Noriega,2008)*

Como se puede observar la Imagen 12, se representa como debe ser la posición correcta de cada adulto mayor que desee participar en el estudio, de acuerdo a la postura sentado, se observa 2 medidas antropométricas que son: Longitud codo-codo (15), ancho de caderas (14).

## **5 CAPITULO 5. MÉTODO DE MEDICION Y HERRAMIENTAS UTLIZADAS**

### **5.1 Selección de herramientas a utilizar**

El tipo de mediciones que se va a realizar con los adultos mayores para el presente estudio se las puede incluir en la rama de antropométrica estática, ya que las personas que participen deben permanecer inmóviles hasta tomar la medida. (Férrandez, et al ,2008). Por otro lado tomando en cuenta los espacios interiores de una residencia en este caso la cocina y el baño, las dimensiones estructurales son las indicadas para la toma de medidas y posteriormente realizar un análisis estadístico de las mismas. (Zelnik, et al, 2000)

De acuerdo al tipo de mediciones que se va a realizar se deben escoger las herramientas adecuadas para la toma de datos, además de tener en cuenta que la población de adultos mayores es considerada como población vulnerable para la sociedad. (CEPAL, 2011)

- Herramientas de medición

Las herramientas que se utilizarán para el presente estudio son: balanza electrónica, antropómetro, tallmetro fijo de madera, fluxómetro y ficha antropométrica que son tablas donde se registran las medidas del cuerpo humano, tales como: estatura, peso, etc. (Pheasant, 1996). (Ver sección 2.27, Capitulo 2)

### **5.2 Investigación de metodología para estudios antropométricos de adultos mayores**

De acuerdo con Wilson (1994), se plantea un procedimiento para la recolección de los datos y la aplicación de los resultados que se necesitan de la población para un estudio ergonómico. Este método precisa disponer de siete fases que son: observaciones previas al estudio, definición de los objetivos del estudio, determinación de las variables a estudiar, selección de los instrumentos a emplear, establecimiento de criterios para la selección de la

muestra, toma de los datos, análisis y elaboración de conclusiones, (Wilson, 1994). A continuación se presenta la imagen 1, en la cual se encuentra la secuencia de las fases:



*Imagen 13 Fases de la Metodología. Fuente: Wilson, 1994*

### **Fase 1: Observaciones previas al inicio del estudio.**

Se debe realizar un análisis de la población que se va a estudiar, determinar todos los detalles, aspectos críticos, problemas, entre otros, que serán base del procedimiento a seguir. (Wilson, 1994).

### **Fase 2: Definición de los objetivos del estudio**

Una vez identificado el problema a estudiar, se debe determinar los objetivos generales y específicos, estos pueden variar dependiendo el alcance que se requiera tener del estudio. (Wilson, 1994).

### **Fase 3: Determinación de los factores a estudiar**

Los factores y variables a estudiar están determinados por los objetivos del estudio que se ha definido previamente. (Wilson, 1994).

#### **Fase 4: Selección de instrumentos a emplear**

En esta fase se detallan los instrumentos que se utilizarán en el estudio ergonómico, estos dependen de los factores que se van a analizar, recursos humanos y materiales que se disponga y finalmente de los conocimientos y preparación de los técnicos que vayan a participar en el estudio. (Wilson, 1994).

#### **Fase 5: Establecimiento de criterios para la selección de muestra toma de datos**

Una vez determinados los instrumentos a emplear, es importante elegir a que personas y en que puestos se van a tomar los datos, realizar una planificación sobre los días de la semana, y jornadas en los que se van a tomar datos, (Wilson, 1994).

Teniendo en cuenta la cantidad de factores que podría ser necesario analizar, es muy importante confeccionar un plan o cronograma detallado de los días, horas o momentos en los que se tomará cada dato, de los puestos concretos en los que se realizará, de las condiciones de medida u observación y de las personas que serán incluidas, (Wilson, 1994).

El número de puestos y personas a seleccionar, y de las observaciones o mediciones a realizar para cada factor, dependerá de la representatividad estadística que se le quiera dar al estudio. Por tanto, será necesario determinar, también en esta fase, el análisis estadístico que se va a emplear posteriormente, (Wilson, 1994).

#### **Fase 6: Toma de datos**

Una vez decidido qué analizar, con qué instrumentos, a quiénes, dónde y cuándo, podremos abordar la recogida de datos. En esta fase se habrá de ser especialmente meticuloso, pues será difícil corregir los errores u omisiones que se produzcan, muchos de los cuales no se

detectarán hasta la fase de análisis, cuando sea problemático o imposible volver a tomar ciertos datos o realizar nuevas mediciones. (Wilson, 1994)

### **Fase 7: Conclusiones y Recomendaciones**

Se realizarán las respectivas conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron del análisis de los datos de la toma de medidas y se discutirán las tablas obtenidas. Además, se realizarán recomendaciones para el rediseño de los espacios residenciales. (Wilson, 1994).

### **5.3 Estandarización del proceso de medición.**

De acuerdo a lo mencionado anteriormente para obtener resultados confiables y con un nivel de error mínimo, se realizó la estandarización del proceso de medición tomando en cuenta las indicaciones del Comité de Bioética de la Universidad San Francisco de Quito, ya que las personas adultas mayores se las considera como personas vulnerables para la sociedad, a continuación se presenta el procedimiento:

Proceso estandarizado para la toma de medidas antropométricas.

1. La investigadora tiene la obligación de comunicar a los participantes un breve resumen sobre la investigación que se está realizando, además de los riesgos que tienen los participantes al aceptar ser parte del estudio.
2. Una vez que se ha realizado la introducción del estudio, se procede a llamar a los participantes que se encuentren dispuestos a colaborar con la investigación.
3. Solicitar a los participantes sus datos personales como: nombre, edad, etnia.
4. Los adultos mayores que deseen participar tiene que estar sin zapatos, chaquetas gruesas, monedas, celulares, o cualquier objeto pesado.
5. El participante sube a la balanza electrónica para obtener su peso en kilogramos.

6. Seguido, sube al tallimetro en el cual se realizarán las siguientes medidas antropométricas:

5.1 Obtener la estatura en centímetros

5.2 Obtener la altura del dedo medio

5.3 Obtener la altura de ojos

5.4 Obtener la altura de hombros

5.5 Obtener la altura de codo

5.6 Obtener la altura de la rodilla.

6. Una vez finalizado las medidas antropométricas en posición parado, se deja descansar a los participantes por un lapso de 5 minutos, ya que es una sugerencia por parte del Comité de Bioética de la USFQ.

7. Al culminar con el descanso de 5 minutos, se continúa con las medidas antropométricas en posición sentad.

7.1 Obtener la altura sentado erguido

7.2 Obtener la altura sentado sin erguirse

7.3 Obtener la altura del dedo medio

7.4 Obtener la altura del alcance máximo de las manos horizontalmente

7.5 Obtener la altura de hombro

7.6 Obtener la altura de codo

7.7 Obtener longitud codo- codo

7.8 Obtener Ancho de cadera

7.9 Obtener longitud nalga-poplítea

7.10 Obtener grosor del muslo

### 7.11 Obtener altura poplítea

8. Finalmente al realizar todas las mediciones tanto de posición parada como posición sentado, se calcula el índice de grasa corporal de cada persona, para adjuntarlos con las medidas antropométricas realizadas anteriormente.

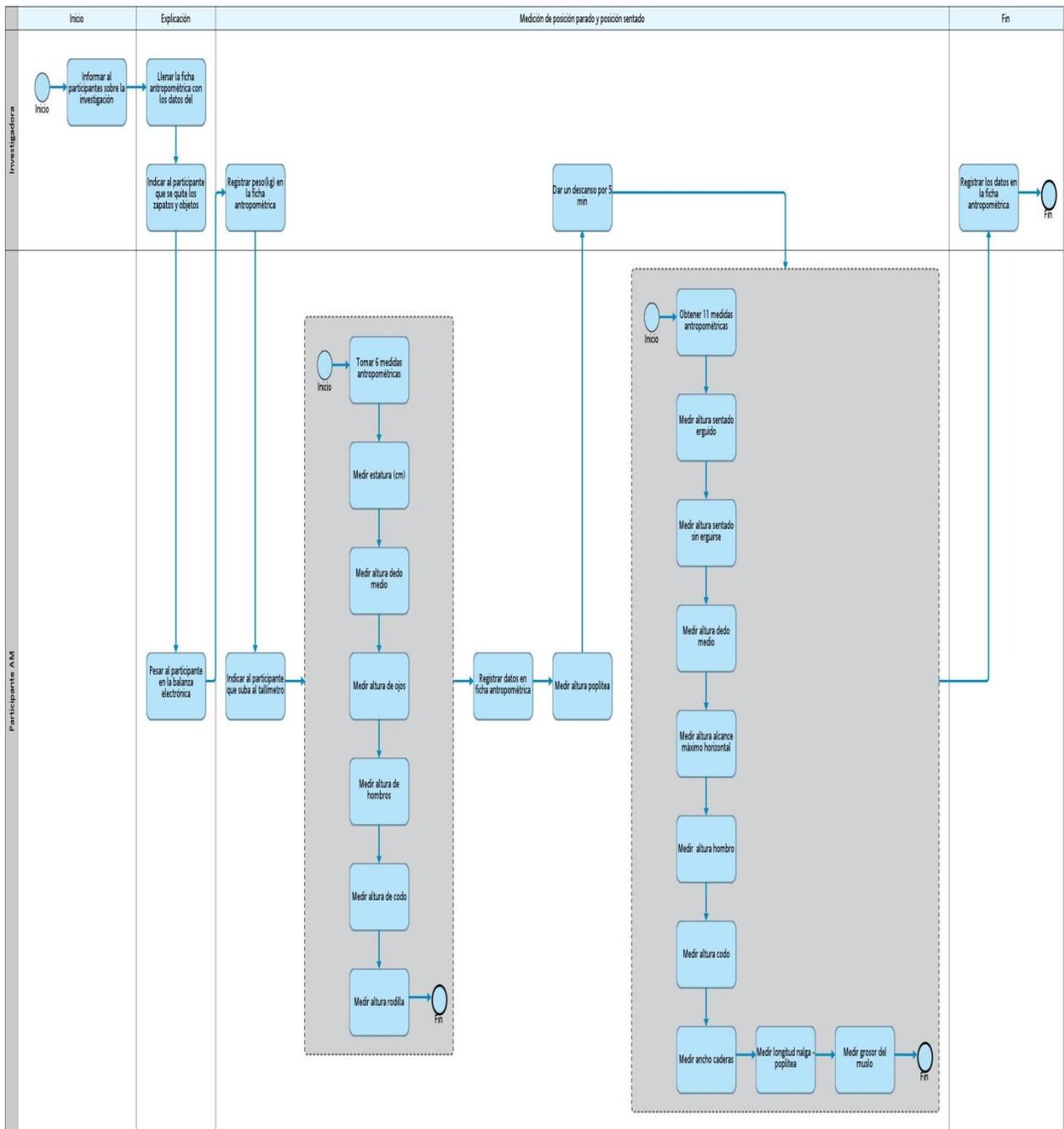


Imagen 14 Proceso general de para obtener medidas antropométricas. Elaboración propia

## **6 CAPITULO 6. LEVANTAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS DE DATOS ANTROPOMÉTRICOS**

### **6.1 Levantamiento de datos**

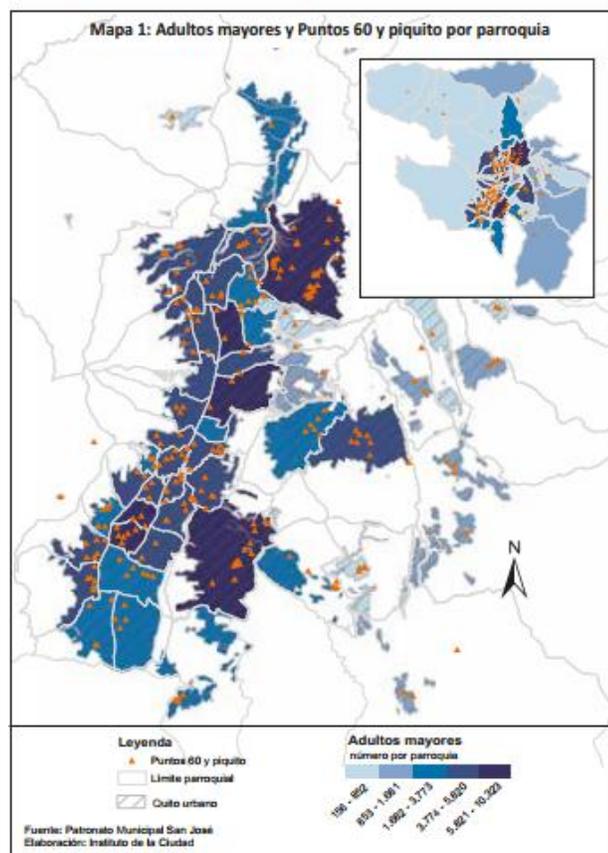
Una vez determinada la población objetivo y el tamaño de muestra, se realizó el levantamiento de datos en varios centros del programa 60 y Piquito, dirigido por la Fundación Patronato Municipal San José en la Zona Eloy Alfaro y Zona Los Chillos.

El Patronato Municipal San José es una institución gubernamental la cual se dedica a la protección social de personas y grupos humanos de vulnerabilidad y alto riesgo. (Patronato San José, 2015). Sus principales políticas municipales son: erradicación del trabajo infantil, inclusión para juventudes, género, vida digna para adultos y adultas mayores, vida digna para personas con discapacidad. (Patronato San José, 2015).

La alcaldía del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) ha definido tres ejes de acción para desarrollar sus proyectos y programas que son: Inclusión social, espacio público, educación y deportes. En el ámbito de inclusión social el programa 60 y piquito es el más importante además considerándolo como un proyecto emblemático el cual se inició en el 2011 como un mandato constitucional de garantizar el cumplimiento de los derechos de las personas de la tercera edad, es decir personas que tengan 60 años en adelante, (Instituto de la Ciudad, 2013).

Los centros del programa se encuentra en las 8 administraciones zonales del DMQ, los cuales están constituidos por 4 espacios de implementación: puntos de 60 y piquito, puestos amigo 60 y piquito, centros comunitarios (CDC) y los centros de experiencia del Adulto Mayor (CEAM), (Instituto de la Ciudad, 201). Por lo tanto existen alrededor de 15

mil adultos mayores, que se encuentran registrados y asisten continuamente a los 309 centros de atención en toda la ciudad. A continuación se muestra la Tabla 14, en la cual se muestra el mapa del DMQ y los centros del programa 60 y piquito.



*Imagen 15 Mapa de los centros 60 y Piquito en Quito. Fuente: Instituto de la Ciudad*

De acuerdo a la muestra obtenida, (Ver capítulo 3 sección 3.3) se necesitan 768 personas que participen en el estudio antropométrico, por lo tanto, se eligió la Zona Los Chillos que se encuentra ubicado en el Valle de los Chillos donde existen 23 centros 60 y Piquito y se atienden alrededor de 900 personas. Además se realizó mediciones en la Zona Eloy Alfaro, la cual abarca la parte sur de Quito, donde existen 48 puntos 60 y Piquito y se atienden alrededor de 1000 personas. Cabe mencionar que no se realizó las mediciones en todos los puntos, solo en aquellos centros que participaban más de 20 personas y en los que

se contaba con la autorización necesaria por parte de los dirigentes zonales del programa 60 y piquito.

Los dirigentes del programa 60 y Piquito en la Zona Eloy Alfaro, el Lic. Mauro Castillo y Lic. Jairo Luzuriaga colaboraron con un breve resumen del estudio antropométrico a los presidentes de cada centro en el sur de Quito, permitiendo así medir a las personas de la tercera edad registradas que acuden constantemente, además de dar la apertura necesaria con la información de la zona. De acuerdo a lo mencionado, se realizó la toma de medidas en 25 puntos 60 y piquito, donde participaron 480 personas entre hombres y mujeres. De la misma forma la dirigente de la Zona Los Chillos del programa 60 y Piquito la Lic. Inés Echeverría colaboró con el estudio realizando una explicación del mismo a los presidentes de cada centro en el Valle de los Chillos, en esta zona se realizó la toma de medidas en 15 puntos 60 y piquito, donde participaron 320 personas entre hombres y mujeres.

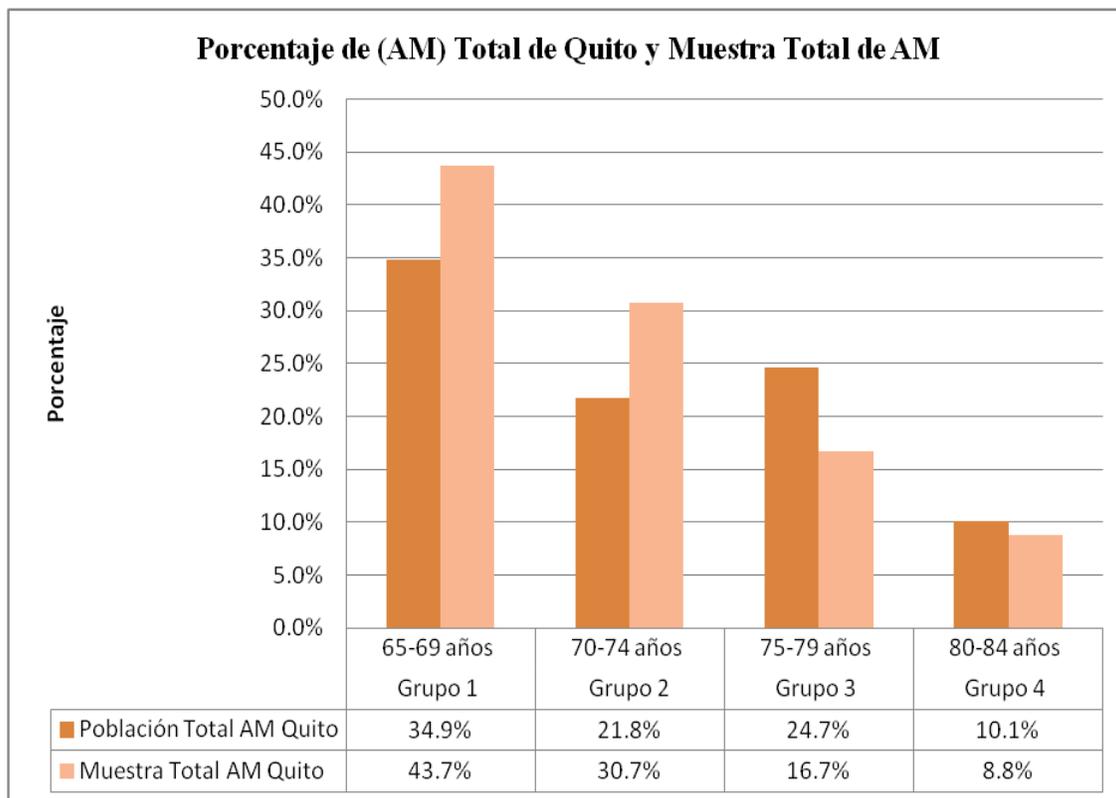
El Comité de Bioética de la Universidad San Francisco de Quito tiene procedimientos a seguir de acuerdo a esta investigación, por lo tanto todas las personas que aceptaron participar en el estudio fueron informados a detalle sobre el estudio, explicando el porqué de su realización, los beneficios si los hubiese, posibles riesgos, tiempo de duración, entre otros detalles, (Comité de Bioética, USFQ, 2014). Además al participar personas mayores a los 65 años, a quienes se los considera un grupo vulnerable dentro de la sociedad, se realizó un procedimiento específicamente para esta población, ya que se puede presentar riesgos tanto físicos como psicológicos en la toma de datos. (Ver Capítulo 5, sección 5.3)

## 6.2 Análisis general de los datos tomados

Una vez realizada la toma de datos de 771 adultos mayores en los puntos 60 y piquito, se procede a realizar el análisis general de la muestra. De acuerdo a la población objetivo obtenida, existe el mayor número de adultos mayores en los cuatro primeros grupos de edades que son: grupo 1: 65-69 años, grupo 2: 70-74 años, grupo 3: 75-79 años y grupo 4 de 80-84 años. (Ver Capítulo 4, sección 3.2). Por lo tanto, se escogió estos grupos de edades para al realizar el análisis general y estadístico.

De acuerdo al tamaño de muestra obtenido este debe cumplir con las proporciones de género y edad en la población adulta mayor de Quito, también denominado Distrito Metropolitano. Por lo tanto se ha realizado un análisis comparativo entre el tamaño de muestra calculado y las personas que participaron en la investigación. A Continuación se presenta el

Gráfico 10 en el cual se observa la comparación entre la muestra total de hombres y mujeres adultos mayores en Quito.



*Gráfico 10 Población total de AM de Quito vs Muestra Total Hombres y Mujeres. Elaboración: Propia*

En el

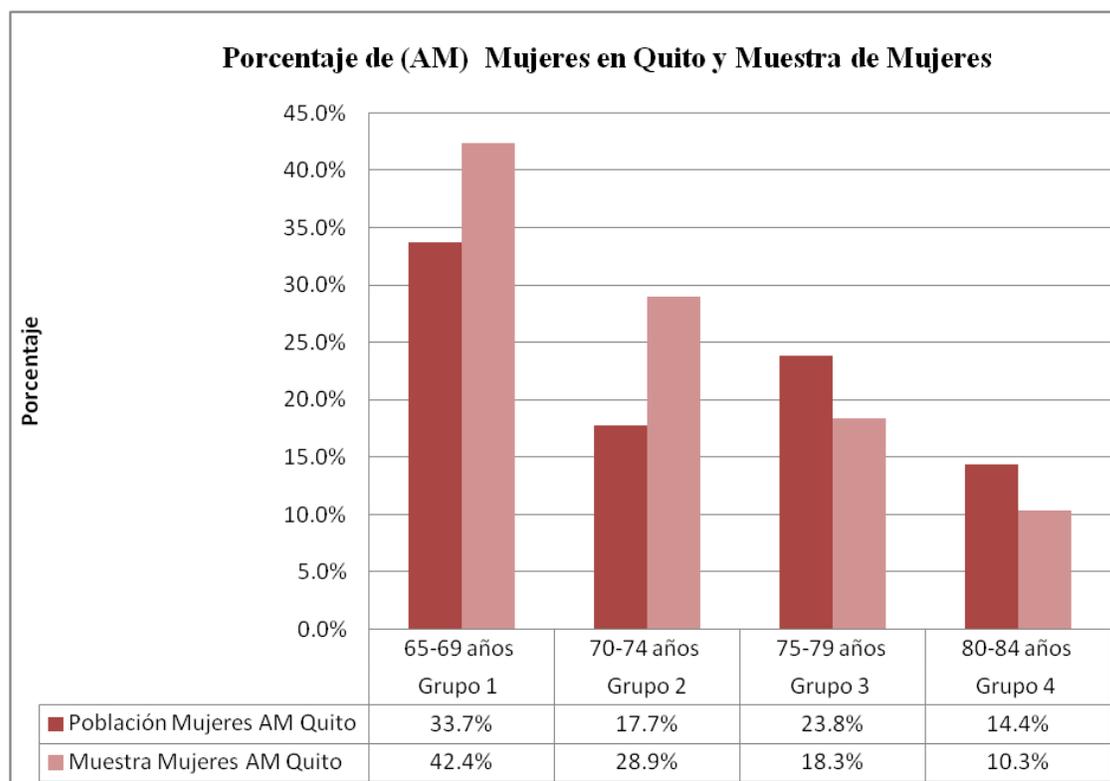
Gráfico 10 se observa la diferencia porcentual entre la población total de adultos mayores y la muestra total dando como resultado el 8.8% en el grupo 1, esto quiere decir que hubo mayor número de personas entre 65 a 69 años que participaron en el estudio. De acuerdo al grupo 2 se puede observar que existe una diferencia del 8.9% entre la muestra y a población total de adultos mayores. Sin embargo, el grupo 3 y grupo 4 presenta una diferencia porcentual del 8% y 1.3% respectivamente, esto quiere decir que la muestra es menor a la población total de adultos mayores existente en Quito, este resultado se puede justificar por la falta de participación de adultos mayores en este rango de edad dentro del programa 60 y piquito.

Cabe mencionar que al levantar la información no se controló los porcentajes para cada grupo de edades de adultos mayores (AM). Por lo tanto, se tiene en los dos primeros grupos un sobre-muestreo y para los dos grupos finales se sub-muestreo, ya que el interés del estudio fue el completar la muestra prevista para hacer los análisis. (Ver

Gráfico 10)

### 6.2.1 Análisis de las características de la muestra: Mujeres

Se presenta el análisis de la muestra de mujeres adultas mayores en Quito, se obtuvo un total de 387 mujeres que participaron en el estudio. A continuación se presenta el con la respectiva comparación entre la población total de mujeres (AM) en Quito y la muestra obtenida para el estudio.

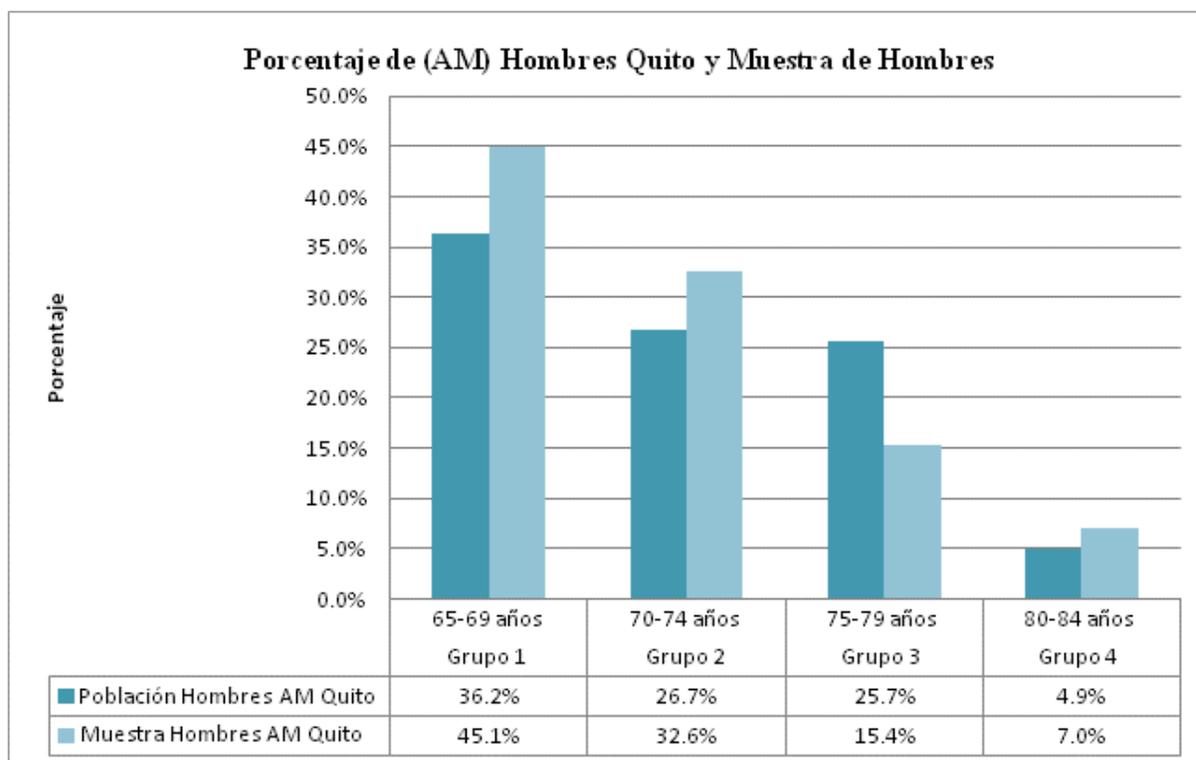


*Gráfico 11 Población de Mujeres (AM) de Quito vs Muestra de mujeres. Elaboración propia*

En el Gráfico 11 se observa que el grupo 1 y grupo 2 tiene una diferencia porcentual del 8.7% y 11.2% respectivamente entre la población total de mujeres (AM) y la muestra obtenida. Sin embargo se puede ver que el grupo 3 y grupo 4 tiene una diferencia porcentual de 5.5% y 4.2% respectivamente, es decir que la muestra es menor a la población total de mujeres (AM) en Quito, como se mencionó anteriormente la justificación de estos porcentajes es la falta de participación de adultos mayores dentro de estos rangos de edades. Sin embargo, la diferencia porcentual de la muestra es manejable para estos dos grupos de edad ente 75 a 79 años y 80 a 84 años.

### **6.2.2 Análisis de las características de la muestra: Hombres**

Se presenta el análisis realizado de la muestra de hombres adultos mayores en Quito, se obtuvo una total de 384 hombres que participaron en el estudio. A continuación se presenta el Gráfico 12 con la respectiva comparación entre la población total de hombres (AM) en Quito y la muestra obtenida para el estudio.



*Gráfico 12 Población de hombres (AM) de Quito vs Muestra de hombres. Elaboración propia*

En el Gráfico 12 se observa que el grupo 1, grupo 2 y grupo 3 tiene una diferencia porcentual del 8.9%, 5.9% y 2.1% respectivamente entre la población total de hombres (AM) y la muestra obtenida. Sin embargo se puede ver que el grupo 3 tiene una diferencia porcentual del 10.3%, es decir que la muestra es menor a la población total de hombres (AM) en Quito, como se mencionó anteriormente la justificación de estos porcentajes es la falta de participación de adultos mayores dentro de estos rangos de edades, por otro lado la diferencia porcentual de la muestra es manejable la muestra para este grupo de edad entre 75 y 79 años.

### **6.3 Análisis estadístico de las medidas realizadas**

En esta sección se presenta un análisis estadístico para la muestra de 771 adultos mayores de las 19 medidas antropométricas, dividida en dos secciones:

**Primera:** Se generará una tabla antropométrica para cada género, tomando en cuenta los percentiles del 5 al 95 y se comprobará el supuesto de normalidad para la muestra total combinando hombres y mujeres (AM), seguido de la muestra total de hombres y mujeres (AM) para el diseño de dos espacios residenciales.

**Segunda:** Con el fin de probar que existen diferencias de medias entre los cuatro grupos quinquenales, se realizó un análisis de varianza (ANOVA), por lo tanto los datos deben cumplir con los siguientes supuestos:

- Normalidad para la muestra de hombres y mujeres (AM) por separado de acuerdo a los grupos quinquenales.
- Igualdad de varianza e independencia para la muestra de hombres y mujeres (AM) por separado de acuerdo a los grupos quinquenales.

Finalmente se realizará la prueba de Dunnett, con el propósito de identificar los grupos que difieren significativamente entre sí.

### 6.3.1 Creación de la tabla antropométrica

#### 6.3.1.1 Percentiles

La mejor forma de presentar datos antropométricos es a través de percentiles, ya que estos describen de una manera conveniente la gama de las dimensiones corporales, por lo tanto es fácil de localizar el equivalente de un percentil de las dimensiones corporales medidas, además que el uso de percentiles evita el mal uso de la media en el diseño de espacios residenciales, productos, equipos de trabajo, etc. (Kroemer, Kroemer, & Kroemer, 2001).

Existen varias maneras para determinar valores de los percentiles dados una es simplemente usar una gráfica de una distribución de datos y encontrar los valores de los percentiles críticos de la gráfica mediante medición, conteo o estimación.(Kroemer, et al, 2001). Esta técnica funciona bien si la distribución es normal, sesgada, binomial o en cualquier otra forma., afortunadamente la mayoría de datos antropométricos se distribuyen normalmente, lo que permite el enfoque aún más fácil y normalmente más exacta para calcular los valores de percentiles. (Kroemer, et al, 2001).

Como se mencionó anteriormente existen varias formas para determinar percentiles y no existe un procedimiento universal aceptado. (Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 2008). Por lo tanto se utilizará el programa MicrosoftExcel 2010 <sup>(R)</sup> para calcular los percentiles P5 al P 95 de las 19 medidas antropométricas para cada género de la muestra tomada de adultos mayores de Quito.

### 6.3.1.2 Cálculo del percentil k

En esta sección se realizará el cálculo del percentil 5 como ejemplo, se utilizó la primera medida antropométrica Peso (Kg) para mujeres. Según Cortés & Mejía, 2014, el procedimiento para calcular manualmente percentiles se muestra a continuación:

1. Ordenar los datos de cada medida antropométrica de forma ascendente, es decir de menor a mayor. En este caso para la medida antropométrica Peso (kg) para mujeres.
2. Realizar el cálculo utilizando la siguiente fórmula:

$$\left[ \frac{p(N - 1)}{100} \right] + 1 = k, d$$

**Ecuación 8** Calcular percentiles

Donde  $p= 50$ ,  $N= 387$ ,  $k=20$ ,  $d= 0.30$ . Cabe mencionar que  $k$  es el número entero y  $d$  es el decimal del resultado obtenido. Reemplazando los datos se obtiene:

$$\left[ \frac{5 (387 - 1)}{100} \right] + 1 = 20,30$$

3. El resultado obtenido muestra la posición en los datos de Peso (Kg), en este ejemplo la posición 20,30 pertenece a  $X_{20}$  y  $X_{21}$ . Seguido se busca el valor exacto de estas posiciones, en este ejemplo los datos que pertenecen a  $X_{20} = 46.6$  y  $X_{21} = 46.6$
4. Realizar la interpolación  $c$ , para obtener el resultado exacto, con la siguiente fórmula

$$X_5 = X_{20} + d (X_{20} - X_{21})$$

5. Se reemplaza los valores

$$X_5 = 46,6 + 0.30(46.6 - 46.6)$$

$$X_5 = 46,6$$

6. El resultado del percentil 5 es 46,6 para la medida Peso (kg) de mujeres.

### 6.3.1.3 Tabla Antropométrica

Con el fin de generar una tabla antropométrica de las 19 medidas para los adultos mayores de Quito, se utilizó el programa Microsoft Excel 2010 para calcular los percentiles del 5 al 95 con la siguiente fórmula:

$$PERCENTIL (matriz, k)$$

*Ecuación 9 Formula para calcular percentiles*

Donde:

Matriz: se refiere a los datos ordenados de mayor a menor de la medida antropométrica a calcular

k : se refiere al valor del percentil. Ejemplo: Percentil 95 corresponde a k: 0.95

Se puede observar en la Imagen 16 la fórmula que se utilizó en Excel, para calcular los percentiles.



The image shows a screenshot of the Microsoft Excel formula bar. The formula entered is `=PERCENTILE(B47:B433,0.05)`. Below the formula bar, a tooltip is visible, displaying the function name `PERCENTILE(array, k)`.

*Imagen 16 Captura de pantalla de la fórmula de `percentiles. Fuente: Microsoft Excel 2010*

Una vez obtenido el resultado con la fórmula en Excel 2010 de la imagen 16, se realizó una comparación con el percentil 5 calculado como ejemplo de la sección anterior. Se comprobó que el resultado del cálculo obtenido es 46,6 y el resultado obtenido con la fórmula en Excel es 46.6, esto quiere decir que los resultados son iguales tanto al calcular el Percentil 5 utilizando la ecuación 8 y al utilizar la fórmula en Excel.

- **Tabla Antropométrica**

Una vez realizado el cálculo de los percentiles 5 al 95 de las 19 medidas antropométricas, se puede observar la media y la desviación estándar para cada medida además la tabla antropométrica generada está dividida para cada género, hombres y mujeres (AM). A continuación se presenta la tabla antropométrica Tabla 13, generada para los adultos mayores de Quito:

N°	Medidas	Género	Media	Desv. Std	P5	P10	P15	P20	P25	P30	P35	P40	P45	P50	P55	P60	P65	P70	P75	P80	P85	P90	P95
1	Peso (Kg)	F	64.8	10.7	46.6	50.7	54.1	55.9	58.5	59.9	61.1	61.9	63.1	65.0	65.7	67.2	68.7	69.8	71.6	74.0	76.4	77.7	82.8
		M	67.5	11.1	49.0	52.6	55.9	58.3	61.1	62.5	63.8	64.4	65.8	67.3	68.5	69.9	71.4	73.0	75.1	76.9	79.3	81.0	86.1
2	Estatura (cm)	F	149.6	5.9	140.1	142.5	144.2	145.0	146.0	146.8	147.3	148.0	148.9	149.5	150.1	151.0	152.0	152.5	153.2	154.0	155.0	157.6	159.1
		M	154.8	6.2	145.0	147.5	148.5	150.0	151.0	152.0	152.5	153.1	153.9	154.5	155.5	156.5	157.0	158.0	158.8	159.4	160.4	162.5	165.0
3	IMC	F	29.1	4.5	21.1	24.2	24.8	25.4	26.2	26.7	27.3	27.9	28.6	28.9	29.6	30.1	30.5	31.4	32.3	32.8	33.7	35.4	36.5
		M	27.2	4.5	19.2	22.1	22.9	23.5	24.2	24.8	25.5	26.0	26.6	27.0	27.7	28.1	28.6	29.3	30.3	30.9	31.7	33.4	34.6
4	Altura Dedo Medio	F	184.8	8.8	170.0	172.7	175.0	177.3	180.0	181.2	182.0	183.0	183.4	184.3	185.3	187.0	188.5	189.8	190.3	192.0	193.3	196.4	200.4
		M	192.1	9.4	176.0	179.1	182.0	185.0	186.7	187.5	189.2	190.0	191.0	191.9	193.0	194.3	196.0	197.0	198.0	199.6	201.1	204.4	208.0
5	Altura Ojos	F	139.5	6.4	127.6	131.0	133.7	135.0	135.7	136.5	137.2	138.0	139.0	139.6	140.8	141.4	142.2	143.0	143.5	144.5	145.5	147.0	148.5
		M	141.4	6.4	129.4	133.2	135.2	136.9	137.7	138.7	139.2	140.0	141.0	141.8	142.6	143.6	144.2	144.9	145.4	146.2	147.6	148.9	150.6
6	Altura Hombros	F	124.6	5.9	115.5	117.1	118.5	120.0	121.3	121.7	122.4	123.0	124.0	124.9	125.7	126.4	127.0	127.6	128.3	129.3	130.0	131.1	133.2
		M	126.5	6.0	117.0	119.0	120.6	122.0	123.0	123.5	124.2	125.0	125.9	126.6	127.5	128.2	129.0	129.6	130.2	131.3	132.0	133.1	135.2
7	Altura Codo	F	92.2	5.6	82.3	84.6	87.0	88.0	88.6	89.7	90.5	91.1	92.0	92.4	93.0	93.6	94.2	95.0	96.0	97.0	98.0	99.2	100.5
		M	94.2	5.6	84.2	86.6	89.0	89.9	90.8	91.6	92.3	93.1	93.7	94.3	95.0	95.6	96.2	97.2	97.9	98.8	99.9	100.9	102.3
8	Altura Rodilla	F	45.4	5.1	36.6	38.5	40.0	41.0	42.4	43.4	44.0	44.5	45.0	45.6	46.0	46.5	47.0	48.0	48.7	49.5	50.9	51.7	53.5
		M	47.0	4.0	40.2	41.7	42.7	43.9	44.7	45.2	46.0	46.2	46.8	47.3	47.6	48.0	48.3	48.8	49.4	50.1	50.9	51.8	53.2
9	Longitud Codos	F	47.2	4.7	39.5	40.9	42.5	43.8	44.4	44.9	45.7	46.1	46.7	47.3	47.8	48.3	48.8	49.4	50.1	50.7	51.7	52.8	54.9
		M	45.2	4.7	37.2	39.0	40.1	41.8	42.4	42.9	43.7	44.3	44.8	45.4	45.8	46.3	46.9	47.4	48.0	48.5	49.8	51.0	53.0
10	Altura Sentado Erguido	F	82.7	4.6	75.1	77.5	78.3	79.0	79.5	80.0	81.0	81.4	81.9	82.8	83.1	83.5	84.4	85.0	86.0	86.6	87.5	88.3	89.6
		M	84.8	4.6	77.0	79.3	80.5	81.2	81.7	82.4	83.0	83.5	84.0	84.9	85.4	85.7	86.7	87.3	88.4	88.7	89.5	90.5	91.8
11	Altura Sentado Sin Erguirse	F	80.9	4.4	74.0	76.0	76.8	77.4	78.0	78.8	79.0	79.9	80.4	80.9	81.5	82.0	82.5	83.0	84.0	84.6	85.3	86.2	87.3
		M	83.1	4.4	75.9	78.1	78.8	79.5	80.1	80.8	81.3	82.0	82.6	82.9	83.5	84.2	84.8	85.3	86.2	86.8	87.5	88.4	89.6
12	Altura Dedo Medio	F	161.1	5.7	152.2	153.9	155.4	156.3	157.0	158.2	158.9	159.9	160.8	161.3	161.9	162.5	163.3	163.8	164.5	165.5	166.3	167.9	171.2
		M	165.7	5.9	155.9	158.0	159.6	160.7	161.7	162.6	163.3	164.3	165.0	165.9	166.4	167.3	167.9	168.7	169.6	170.5	171.4	172.7	176.0
13	Longitud Agarre Frontal	F	68.0	3.8	62.4	63.8	64.5	65.4	66.2	66.5	67.1	67.3	67.5	67.8	68.3	68.5	69.0	69.5	70.2	70.7	71.4	72.4	73.8
		M	68.2	3.8	62.5	64.0	64.7	65.6	66.3	66.7	67.3	67.5	67.7	68.0	68.4	68.7	69.2	69.7	70.4	70.8	71.6	72.7	74.1
14	Altura Hombro Sentado	F	57.5	4.2	50.5	52.1	53.0	53.9	55.0	55.5	56.0	56.5	57.5	58.0	58.2	58.5	59.1	59.7	60.4	61.0	61.8	62.5	64.2
		M	59.2	4.2	51.9	53.8	54.7	55.3	56.5	56.9	57.6	58.7	59.0	59.5	59.8	60.3	60.9	61.3	62.0	62.6	63.4	64.1	65.6
15	Altura Codo Sentado	F	27.9	5.2	21.3	23.0	24.2	25.0	25.5	26.0	26.4	27.0	27.4	27.8	28.0	28.5	29.0	29.8	30.0	30.9	31.8	32.7	35.2
		M	29.3	5.2	22.9	24.4	25.6	26.3	26.9	27.3	27.8	28.3	28.7	29.1	29.5	30.0	30.5	31.1	31.5	32.2	33.2	34.2	36.7
16	Ancho de Cadera Sentado	F	36.0	4.6	28.5	30.5	31.5	32.3	32.9	33.6	34.2	34.7	35.3	35.6	36.2	36.8	37.8	38.3	39.1	39.9	41.2	42.3	44.2
		M	34.5	4.7	26.8	28.8	29.7	30.6	31.4	31.8	32.5	33.1	33.7	34.1	34.7	35.5	36.1	36.8	37.7	38.5	39.5	40.7	42.9
17	Longitud nalga-poplítea	F	42.8	3.6	36.0	37.7	39.2	40.1	41.0	41.4	41.7	42.2	42.7	43.2	43.6	44.0	44.4	44.7	45.0	45.5	46.0	46.6	48.0
		M	44.0	3.6	37.1	38.9	40.3	41.3	42.0	42.6	43.0	43.4	43.9	44.4	44.8	45.2	45.7	46.0	46.3	46.7	47.3	48.0	49.4
18	Grosor del Muslo	F	11.4	2.0	8.9	9.2	9.4	9.8	10.1	10.5	10.6	10.9	11.0	11.3	11.5	11.8	12.0	12.3	12.5	13.0	13.6	14.0	15.0
		M	10.3	2.1	7.5	7.9	8.2	8.6	8.9	9.2	9.5	9.6	9.9	10.0	10.4	10.7	10.8	11.1	11.4	12.0	12.5	13.0	14.1
19	Altura Poplítea	F	38.9	4.6	31.0	32.0	34.1	35.1	36.1	37.0	37.8	38.5	39.0	39.2	39.5	39.8	40.2	41.0	41.4	42.0	43.0	45.2	47.3
		M	40.4	4.5	32.5	33.9	35.3	36.9	37.6	38.7	39.3	39.8	40.3	40.9	41.2	41.5	41.8	42.3	43.0	43.6	44.3	46.5	48.3

Tabla 13 Tabla Antropométrica para Adultos Mayores de Quito. Elaboración propia

## 6.3.2 Análisis de normalidad para muestra de adultos mayores

### 6.3.2.1 Población total combinada de hombres y mujeres (AM)

En esta sección se realizará un análisis de normalidad para la muestra total combinando hombres y mujeres utilizando el programa Minitab<sup>®</sup>. (Ver Capítulo 2, sección 2.3). Además se presenta un resumen estadístico en el cual se puede observar medidas importantes de tendencia central y dispersión como la mediana, media, desviación estándar, primer cuartil, entre otras.

Según Balboaca, (2009), la prueba de Anderson-Darling (AD) es de alta potencia y se utiliza para comprobar si una muestra de datos proceden de una población con una distribución específica, se trata de una modificación de la prueba de Kolmogorov-Smirnov (KS). (Ver capítulo 2, sección 2.5). Sin embargo se necesitan de tamaños de muestra mayores a 50 observaciones ( $N \geq 50$ ) para obtener niveles de potencia superiores a 0.80, además que las muestras que tienen un tamaño de muestra grande pueden reducir el efecto de impacto negativo que se critica en los resultados estadísticos. (Marques, Bispo, & Pestana, 2012)

Por lo tanto se utiliza la prueba AD con un nivel de confianza del 95% ( $\alpha = 0.05$ ). De tal forma que la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) se aceptará si el estadístico AD es mayor a 0.05, esto se aplicará para las 19 medidas antropométricas. A continuación se presenta las hipótesis:

$H_0$ : La  $n$  medida antropométrica para la muestra total combinada sigue una distribución normal  $N(\mu, \sigma)$

$H_1$ : La  $n$  medida antropométrica para la muestra total combinada NO sigue una distribución normal  $N(\mu, \sigma)$

En el anexo 3 se presenta los gráficos de normalidad de las 19 medidas antropométricas para la población hombres y mujeres combinada, se puede observar que 11

medidas antropométricas siguen una distribución normal con un valor  $p$  mayor a 0.05 utilizando la prueba AD, sin embargo existen 8 medidas que tienen un valor  $p$  menor a 0.05, es decir no siguen una distribución normal con respecto a la muestra total combinada. Este resultado obtenido presenta las diferencias considerables entre las medidas antropométricas de hombres y mujeres, además el proceso de senectud afecta a las personas a partir de los 65 años, disminuyendo sus medidas, por diferentes enfermedades musculoesqueléticas, entre otras. (Jenkins, 2005).

### 6.3.2.2 Población total separada: Mujeres y Hombres

Según Banks, 2005 la prueba Kolmogorov-Smirnov (KS) presenta mejores resultados al trabajar con tamaños de muestra pequeñas, es decir con observaciones menores a 100, además que presenta mayor sensibilidad a valores que se acercan a la mediana caso contrario con valores en los extremos. Por lo tanto, se utiliza la prueba KS para demostrar si los datos de la muestra total de hombres y mujeres por separado siguen una distribución normal.

Se ha asumido un nivel de confianza del 95% ( $\alpha = 0.05$ ), de tal forma que la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) se aceptará si el estadístico KS es mayor a 0.05, esto se aplicará para las 19 medidas antropométricas. A continuación se observa la hipótesis nula y la hipótesis alternativa que se utilizará en cada medida antropométrica y así verificar si sigue una distribución normal.

- **Prueba de Hipótesis para Mujeres**

$H_0$ : La  $n$  medida antropométrica para la muestra total de mujeres sigue una distribución normal  $N(\mu, \sigma)$

$H_1$ : La  $n$  medida antropométrica para la muestra total de mujeres NO sigue una distribución normal  $N(\mu, \sigma)$

En el anexo 4 se presentan los gráficos de normalidad de las 19 medidas antropométricas para mujeres, se puede observar que 13 medidas antropométricas siguen

una distribución normal con un valor p mayor a 0.05, es decir que se acepta la hipótesis nula para estas medidas utilizando la prueba KS. Sin embargo existen 7 medidas antropométricas que tienen un valor p menor a 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), esto significa que estas medidas no siguen una distribución normal con respecto a la muestra total de mujeres (AM).

- **Prueba de Hipótesis para Hombres**

$H_0$ : La  $n$  medida antropométrica para la muestra total de hombres sigue una distribución normal  $N(\mu, \sigma)$

$H_1$ : La  $n$  medida antropométrica para la muestra total de hombres NO sigue una distribución normal  $N(\mu, \sigma)$

Por otro lado, en el anexo 5 se puede observar los gráficos de la muestra total de hombres (AM), se puede observar que existen 13 medidas antropométricas que cumplen con el supuesto de normalidad con un valor p mayor a 0.05, es decir que se acepta la hipótesis nula utilizando la prueba KS. Sin embargo existen 6 medidas antropométricas las cuales tienen un valor p menor a 0.05, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), esto significa que las ocho medidas no siguen una distribución normal con respecto a la muestra de hombres.

A continuación se presenta la Tabla 14 con un resumen estadístico en cual se puede ver la media y la desviación estándar de las 19 medidas antropométricas, además se distingue si las medidas antropométricas siguen una distribución normal.

Nº	Medidas	Normalidad Muestra Total (AM)			Normalidad Muestra de Mujeres (AM)			Normalidad Muestra de Hombres (AM)		
		SI/NO	x	$\sigma$	SI/NO	x	$\sigma$	SI/NO	x	$\sigma$
1	Peso (Kg)	SI	66.3	11.0	SI	64.9	10.7	SI	67.7	11.1
2	Estatura (cm)	SI	152.2	6.6	SI	149.6	5.9	SI	154.8	6.2
3	IMC	SI	188.4	9.8	SI	184.8	8.8	SI	192.0	9.4
4	Altura Dedo Medio	NO	140.3	6.5	SI	139.3	6.4	SI	141.2	6.5
5	Altura Ojos	SI	125.6	6.0	SI	124.6	5.9	SI	126.5	6.0
6	Altura Hombros	SI	93.1	5.7	SI	92.2	5.6	SI	94.1	5.6
7	Altura Codo	NO	46.1	4.6	SI	45.3	5.1	SI	46.9	4.0
8	Longitud Codo-Codo	SI	46.1	4.8	SI	47.1	4.7	SI	45.1	4.7
9	Altura Rodilla	NO	28.2	4.6	SI	29.1	4.5	SI	27.2	4.5
10	Altura Sentado Erguido	SI	83.7	4.8	SI	82.6	4.6	SI	84.8	4.7
11	Altura Sentado Sin Erguirse	SI	81.8	4.6	SI	80.7	4.4	SI	83.0	4.4
12	Altura Dedo Medio Sentado	SI	163.3	6.2	SI	161.0	5.7	NO	165.6	5.9
13	Longitud Agarre Frontal	NO	68.1	3.8	NO	68.0	3.8	NO	68.2	3.8
14	Altura Hombro Sentado	SI	58.3	4.2	SI	57.5	4.2	SI	59.1	4.2
15	Altura Codo Sentado	SI	28.8	5.2	NO	27.9	4.3	NO	29.2	4.1
16	Altura Ancho de Cadera	NO	35.3	4.7	NO	36.0	4.6	NO	34.5	4.7
17	Longitud Nalga-Poplítea	NO	43.3	3.7	NO	42.8	3.6	NO	43.9	3.6
18	Grosor Muslo	NO	10.9	2.1	NO	11.5	2.0	SI	10.4	2.1
19	Altura Poplítea	NO	39.6	4.6	NO	38.9	4.6	NO	40.4	4.5

*Tabla 14 Resumen Estadístico de la muestra total hombres y mujeres. Elaboración propia*

### 6.3.3 Aplicación

En esta sección se realiza una aplicación del baño y la cocina de una vivienda, que sea óptima para adultos mayores, de acuerdo a la tabla antropométrica generada con respecto a las medidas antropométricas de los adultos mayores de Quito.

- **Diseño de Cocina**

La cocina es uno de los espacios más utilizado por la personas dentro de la vivienda, ya que aquí se realiza actividades como: cocina, lavar platos, limpiar, ordenar, entre otras, por esta razón el diseño y planificación de la cocina es esencial para la vivienda a diseñar. (Akin, 2001). Por lo tanto se diseña estas habitaciones teniendo en cuenta la comodidad de los adultos mayores, además de satisfacer sus necesidades físicas, con esto se pretende mejorar el rendimiento una persona y la calidad de vida de las mismas.

#### **Diseño utilizando la tabla antropométrica**

El área de cocina para los adultos mayores debe ser mínimo de 6 m<sup>2</sup> y máximo de 10 m<sup>2</sup> (Green, 1975). La cocina y muebles de cocina deben ser ajustables e instalarse de 5 a 10 cm por debajo de la altura del codo. De acuerdo a la tabla antropométrica generada, esta altura debería ser 87.4 cm tomando en cuenta la altura del codo del 50 percentil de hombres. Si la encimera es superior a esta altura, los adultos mayores tendrán dificultad con sus brazos, ya que se cansaran con rapidez además que se presentarán lesiones.

Se tomó en cuenta la posición sentado, utilizando las medidas antropométricas, altura dedo medio sentado con el percentil 5 de mujeres para el diseño de la mesa. Según la tabla antropométrica la altura mínima para la mesa de la cocina debe ser 152.2 cm y deber ser igual a la altura codo sentado para las diferentes tareas en la cocina cuando se encuentren están sentados. Se determinó esta altura considerando la altura codo sentado desde la altura de la silla 50 percentil mujeres que es 27.8 cm.)

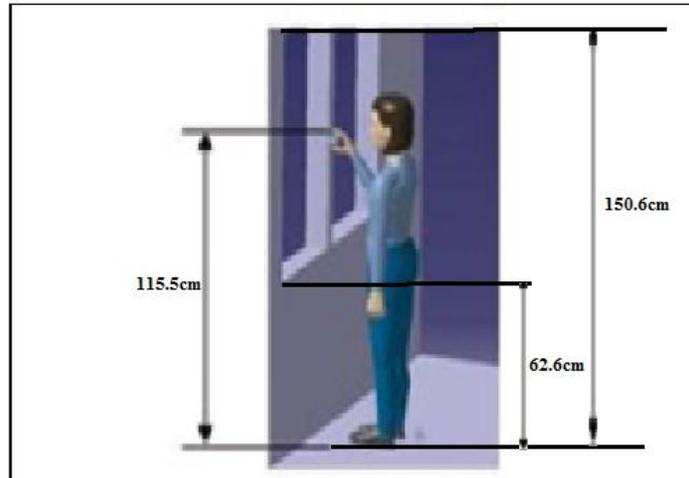
La altura de la silla o muebles debe ser igual a la altura rodilla y el ancho debe ser igual a la anchura cadera, por lo tanto se considero que la altura mínima es la medida

antropométrica: altura rodilla percentil 5 de mujeres que es 36.6 cm, además el ancho de cadera máximo se considerará el percentil 95 mujeres que es 44.2 cm.

La cocina debe tener suficientes espacios de almacenamiento en los estantes superiores, además de estar en una altura adecuada, la altura del dedo medio y altura ojos deben ser considerados al determinar la altura de los estantes. La altura superior de los estantes no debe sobrepasar la altura del dedo medio, por lo tanto para la altura máxima de alcance se utiliza la altura mínima dedo medio del percentil 5 de mujeres 170 cm, esta altura también es conveniente para los hombres.

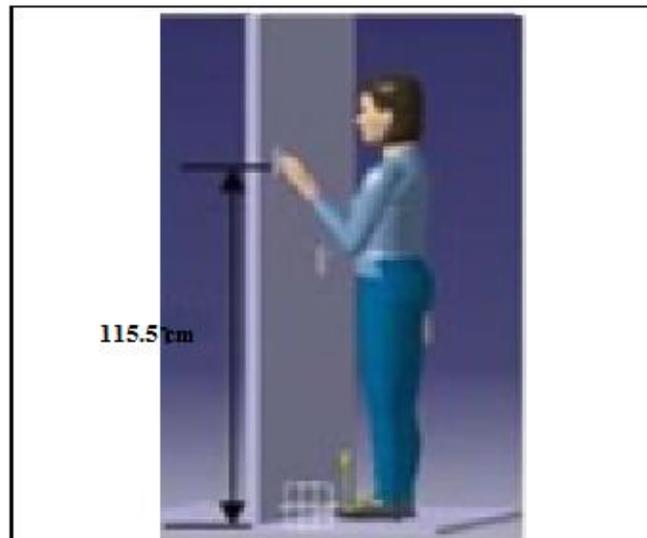
La parte inferior de la cubierta no se debe utilizar como área de almacenamiento, ya que los adultos mayores tienen dificultad al doblar sus rodillas, por lo tanto Sin embargo se diseña un área de almacenamiento debajo de la cubierta con una altura 50 a 65 cm sobre el suelo.

La altura mínima de la ventana debe estar a la igual a altura ojos sentado. Esta medida se la toma desde el suelo utilizando el percentil 5 mujeres 62,6 cm, para la altura máxima se debe utilizar la altura ojos del percentil 95 hombres 150,6 cm. Por lo tanto un rango de 62,6 a 150,9 cm es suficiente para visión de la ventana. La palanca para la ventana debe ser colocada en la altura mínima de hombros al percentil 5 mujeres 115,5 cm. El diseño de la cocina se muestra a continuación en la imagen 17, imagen 18, imagen 20.



*Imagen 17 Diseño de la Ventana. Elaboración propia*

Los interruptores deben ser colocados dentro del alcance de las personas más pequeñas. La altura del interruptor debe estar en la altura hombros del percentil 5 mujeres que es 115.5 cm. La simulación de diseño de los interruptores se muestra en la imagen 18.



*Imagen 18 Diseño de altura para estantes. Elaboración propia*

El pomo de la puerta debe ser colocado a la altura mínima del codo de los mujeres utilizando el percentil 5 que es 82.3 cm de acuerdo a la tabla antropométrica. El diseño de la simulación para el pomo de la puerta se muestra en la imagen 19.



*Imagen 19 Diseño altura de pomo de puerta. Elaboración propia*

- **Diseño Baño**

En esta sección se realiza el diseño para el baño tomando en cuenta los datos de la tabla antropométrica generada.

La altura del borde del lavabo debe ser de 10 cm debajo de la altura del codo, por lo tanto se utiliza el percentil 5 de mujeres 72.3 cm para esta altura, para la altura de la fuente de agua se utiliza la altura del codo del percentil 5 de mujeres que es 82.3 cm.

El espejo debería ser colocado encima del lavabo a una altura de 165cm para esto se consideró el límite más bajo, la altura codo de 5 percentil de mujeres 82.3 cm y el límite más alto de estatura con el percentil 95 hombres.

La jabonera debe estar al alcance de las personas más pequeñas a la altura del codo de las mujeres de 5 percentil 82,3 cm.

Los estantes para los servicios y baños deben estar ubicados a la altura del hombro de las mujeres de 5 percentil (115,5 cm).

El diseño del lavabo, fuente de agua y espejo se muestra en la imagen 21.

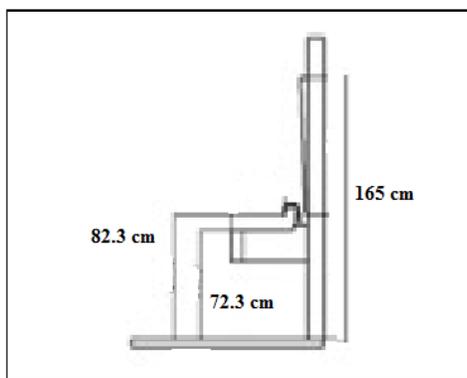


Imagen 20 Diseño del lavabo. Elaboración propia

### -Diseño Inodoro

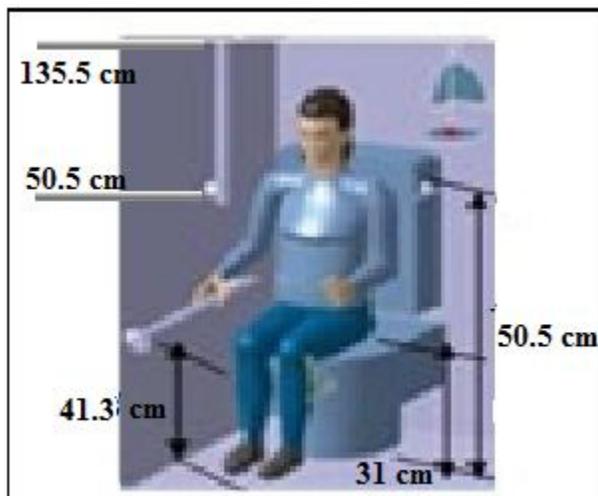
La altura del asiento del inodoro y la altura del asiento de la silla deben ser las mismas por lo tanto se utiliza la altura poplíteo del percentil 5 mujeres que es 31 cm.

El control de descarga debe estar accesible y se lo coloca de acuerdo a la altura de hombros con el percentil 5 mujeres que es 50,5 cm.

La altura del soporte vertical debe ser igual a la altura codo sentado utilizando el percentil 5 mujeres que es 41,3 cm.

El soporte horizontal es útil para el apoyo de las personas (AM) cuando están sentadas, esta altura debe estar a altura del codo sentada del percentil 5 mujeres que es 41.3 cm.

El soporte vertical es útil para levantarse después del uso del inodoro, su altura se diseña tomando en cuenta la altura mínima de los hombros sentados del percentil 5 mujeres y la altura máxima de los hombros en pie del percentil 95 hombres estas son entre 50,5 cm - 135,2 cm respectivamente. El diseño del inodoro, soporte del tejido, soporte horizontal y vertical se muestra en la imagen 21.



*Imagen 21 Diseño inodoro y soporte horizontal/vertical. Fuente: Elaboración propia*

## Diseño Ducha

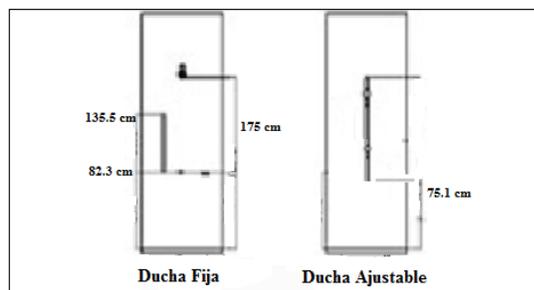
La altura para la ducha fija debe ser lo suficientemente elevada para acomodar la altura de la estatura de hombres del percentil 95 incluida la separación de 10 cm, por lo tanto debe ser  $165+10 = 175$  cm.

Una ducha ajustable tener una altura de 175cm para esto se tomo en cuenta la estatura sentado de las mujeres del percentil 5 y la estatura del percentil hombres con una separación de 10 cm.

El regulador de agua debería estar localizado a la altura del codo en pie del percentil 5 mujeres que es 82.3 cm.

El soporte vertical debe colocarse en la zona de ducha para dar apoyo y equilibrio durante el tiempo de aseo, se diseña con la altura del codo del percentil 5 mujeres y la altura máxima del hombro del percentil 95 hombres que debe ser entre 82,3 cm - 135,2 cm.

El asiento es opcional dentro del área de la ducha, y se lo diseñó utilizando la altura poplítea de las mujeres de 5 percentil 31 cm, con un ancho de asiento de ancho de cadera de las mujeres de percentil 95, 44,2 cm, y una profundidad de asiento de longitud nalga-poplítea del percentil 95 hombres 49,4 cm. El diseño de la ducha fija y ajustable y la barandilla vertical se muestra en la imagen 22.



*Imagen 22 Diseño de ducha y soporte ajustable vertical. Fuente Elaboración propia*

#### 6.3.4 Supuestos del análisis de varianza (ANOVA)

En esta sección se realizará un análisis de varianza para los 4 grupos quinquenales divididos anteriormente de la muestra total de hombres y mujeres por separado, ya que se comprobará si existe igualdad entre sus medias. (Montgomery D, 2007) (Ver Cap. 2, sección 2.5).

Según Perissinotto, (2002), la comparación entre medias de diferentes grupos de edades en una población de adultos mayores, utilizando ANOVA, sirve para determinar el efecto de la edad entre grupos y las medidas antropométricas tomadas. Además, se utilizará la prueba de Dunnet para analizar a detalle si existe una diferencia significativa de las medias entre los cuatro diferentes grupos de edades. (Montgomery D, 2007)

De acuerdo a lo mencionado se comprobará los tres supuestos que ANOVA debe cumplir: Supuesto de Normalidad, Igualdad de Varianza e Independencia de los residuos. (Montgomery D, 2007) (Ver Cap. 2, sección 2.5).

#### 6.3.4.1 Supuesto de Normalidad

Se utilizó el programa MINITAB<sup>®</sup> para estudiante con el cual se comprobará el supuesto de normalidad de los datos obtenidos con la prueba KolmogorovSmirnov, según Banks (2005) la prueba KS, presenta mejores resultados al trabajar con tamaños de muestra pequeñas. (Ver sección 6.3.2)

- **Supuesto de Normalidad poblaciones separadas: mujeres y hombres por grupos**

Según lo mencionado en la sección 6.2, no se obtuvo el suficiente número de adultos mayores en ciertos grupos tanto para hombres y mujeres. Además, existe un filtro de participantes en del estudio, ya que al acudir directamente a los puntos del programa 60 y piquito se seleccionó a personas de la tercera edad que realizaban mayor actividad física entre otras tareas.

Se justifica el hecho de obtener un porcentaje mayor en la muestra dentro de los dos primeros grupos con edades de 65 a 74 años, mientras que los dos grupos restantes desde 75 a 84 años, se presenta un porcentaje menor de participantes, dando como resultado diferente tamaño de muestra en cada grupo de edad.

Por lo mencionado anteriormente y de acuerdo a Banks (2005), se concluye que la muestra obtenida presenta un sesgo por lo tanto se utilizará la prueba KS, para dar mayor peso a las colas (sesgo de la muestra) y concluir sobre la normalidad de los datos, además que son tamaños de muestra pequeños, por estar divididos en cuatro grupos.

Se asumió un nivel de confianza del 95% ( $\alpha = 0.05$ ) entonces, la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) se aceptará si el estadístico KS es mayor a 0.05, esto se aplicará para las 19 medidas antropométricas. A continuación se presenta la hipótesis nula y la hipótesis alternativa que se utilizará para los 4 grupos de cada medida antropométrica.

- **Prueba de Hipótesis para poblaciones separadas: mujeres por grupos**

$H_0$ : La  $n_i \sim i=1, \dots, 19$  medida antropométrica para el grupo  $x_j \sim j=1, \dots, 4$

sigue una distribución normal  $N(\mu, \sigma)$

$H_1$ : La  $n_i \sim i=1, \dots, 19$  medida antropométrica para el grupo  $x_j \sim j=1, \dots, 4$

NO sigue una distribución normal  $N(\mu, \sigma)$

Utilizando la prueba KS se analizó los datos de las 19 medidas antropométricas para los 4 grupos quinquenales, grupo1, grupo2, grupo3, grupo 4. Los resultados obtenidos presentan que existe 14 medidas antropométricas que cumplen con el supuesto de normalidad en todos los cuatro grupos. Es decir que estas medidas presentaron con un valor p superior a 0.05, por lo tanto se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ).

- 14 medidas antropométricas siguen una distribución normal para los cuatro grupos, por ejemplo, la medida antropométrica Estatura presenta normalidad en el grupo1, grupo 2, grupo 3 y grupo 4 con un valor p superior a 0.05. A continuación se detalla todas las medidas antropométricas que cumplen con normalidad en todos los grupos:
  - 8 medidas antropométricas en posición parado: Peso (kg), Estatura (cm), Índice de masa corporal (IMC), Altura dedo medio, Altura ojos, Altura hombros, Altura codo, Longitud codos.
  - 6 medidas antropométricas en posición sentado: Altura sentado erguido, Altura sentada sin erguirse, Altura dedo medio sentado, Longitud agarre frontal, Altura hombro sentado y Altura codo sentado.
- Sin embargo existen 5 medidas antropométricas donde NO todos los grupos presentan normalidad:

- 1 medida antropométrica en posición parado:
  - Altura Rodilla, no presenta normalidad en el grupo1, ya que tiene un valor P menor a 0.05. Sin embargo el grupo 2, grupo3, grupo 4 presenta normalidad en sus datos aceptando la hipótesis nula ( $H_0$ )
- 4 medidas antropométricas en posición sentado:
  - Ancho de cadera, todos los grupos no presentan normalidad, es decir que sus valores P son menores a 0.05 rechazando la hipótesis nula.
  - Longitud nalga-poplíteo, presenta normalidad en el grupo 4 con un valor P mayor a a0.05, caso contrario el grupo 1, grupo 2, grupo 3 no presentan normalidad y se rechaza la hipótesis nula.
  - Grosor muslo, presenta normalidad en el grupo 3, sin embargo el grupo 1, grupo2, gurpo4 rechaza la hipótesis nula ya que sus valores P son menores a 0.05, lo que significa que no presentan normalidad.
  - Altura poplíteo, presenta normalidad en el grupo 1 y grupo2, ya que tienen valores P mayores a 0,05. Caso contrario el grupo 3 y grupo 4 en los cuales se rechaza la hipótesis nula, ya que no presentan normalidad con valores P menores a 0.05.

A continuación se presenta la Tabla 15 con un resumen de lo mencionado anteriormente, se muestra la media y la desviación estándar de las 19 medidas antropométricas dividida en los cuatro grupos quinquenales.

Existen 5 medidas antropométricas que no presentan una distribución normal para todos los grupos quinquenales. Por lo tanto, no se pueden incluir en el análisis del segundo supuesto de ANOVA, análisis de varianza ya que no cumplen con el primer supuesto y se

eliminará estas medidas. Se puede ver en el anexo 6 los resultados obtenidos a detalle junto con las gráficas de normalidad.

N°	Medidas	Grupos	Normalidad Muestra de Mujeres (AM)			N°	Medidas	Grupos	Normalidad Muestra de Mujeres (AM)		
			SI/NO	x	$\sigma$				SI/NO	x	$\sigma$
1	Peso (Kg)	Grupo 1	SI	67.3	10.1	11	Altura Sentado Sin Erguirse	Grupo 1	SI	81.2	4.8
		Grupo 2	SI	65.3	10.6			Grupo 2	SI	81.2	3.8
		Grupo 3	SI	61.9	10.0			Grupo 3	SI	79.8	4.7
		Grupo 4	SI	57.1	10.5			Grupo 4	SI	78.8	4.3
2	Estatura (cm)	Grupo 1	SI	150.5	6.2	12	Altura Dedo Medio Sentado	Grupo 1	SI	162.3	5.9
		Grupo 2	SI	149.3	6.0			Grupo 2	SI	160.3	6.2
		Grupo 3	SI	148.4	6.3			Grupo 3	SI	160.0	5.2
		Grupo 4	SI	147.8	4.1			Grupo 4	SI	159.7	3.8
3	IMC	Grupo 1	SI	29.8	4.6	13	Longitud Agarre Frontal	Grupo 1	SI	68.1	2.9
		Grupo 2	SI	29.3	4.3			Grupo 2	SI	68.6	3.7
		Grupo 3	SI	28.1	4.5			Grupo 3	SI	67.4	5.5
		Grupo 4	SI	27.2	4.9			Grupo 4	SI	67.1	3.1
4	Altura Dedo Medio	Grupo 1	SI	186.0	8.8	14	Altura Hombro Sentado	Grupo 1	SI	58.3	4.1
		Grupo 2	SI	185.1	8.5			Grupo 2	SI	57.6	4.0
		Grupo 3	SI	182.7	8.7			Grupo 3	SI	55.9	4.2
		Grupo 4	SI	180.0	10.4			Grupo 4	SI	55.9	4.1
5	Altura Ojos	Grupo 1	SI	140.2	5.8	15	Altura Codo Sentado	Grupo 1	SI	27.7	4.2
		Grupo 2	SI	139.7	5.9			Grupo 2	SI	27.6	3.4
		Grupo 3	SI	138.1	6.4			Grupo 3	SI	30.4	8.6
		Grupo 4	SI	135.6	8.9			Grupo 4	SI	25.7	3.9
6	Altura Hombros	Grupo 1	SI	125.6	6.7	16	Ancho de Cadera	Grupo 1	NO	/	/
		Grupo 2	SI	124.1	5.6			Grupo 2	NO	/	/
		Grupo 3	SI	124.1	5.8			Grupo 3	NO	/	/
		Grupo 4	SI	123.0	6.3			Grupo 4	NO	/	/
7	Altura Codo	Grupo 1	SI	92.5	5.6	17	Longitud Nalga-Poplítea	Grupo 1	NO	/	/
		Grupo 2	SI	92.5	5.8			Grupo 2	NO	/	/
		Grupo 3	SI	91.0	5.6			Grupo 3	NO	/	/
		Grupo 4	SI	89.5	5.3			Grupo 4	SI	41.3	3.558
8	Altura Rodilla	Grupo 1	NO	/	/	18	Grosor Muslo	Grupo 1	NO	/	/
		Grupo 2	SI	45.8	3.7			Grupo 2	NO	/	/
		Grupo 3	SI	44.5	4.5			Grupo 3	SI	11.1	1.736
		Grupo 4	SI	44.8	3.9			Grupo 4	NO	/	/
9	Longitud Codos	Grupo 1	SI	47.8	4.0	19	Altura Poplítea	Grupo 1	SI	39.1	4.624
		Grupo 2	SI	46.9	5.3			Grupo 2	SI	39.2	4.419
		Grupo 3	SI	46.8	4.3			Grupo 3	NO	/	/
		Grupo 4	SI	45.4	5.6			Grupo 4	NO	/	/
10	Altura Sentado Erguido	Grupo 1	SI	83.6	4.5	20	N/A	Grupo 1	/	/	/
		Grupo 2	SI	82.2	4.7			Grupo 2	/	/	/
		Grupo 3	SI	81.9	4.5			Grupo 3	/	/	/
		Grupo 4	SI	80.5	4.4			Grupo 4	/	/	/

*Tabla 15 Resumen de normalidad de la muestra mujeres (AM) dividida en grupos. Elaboración propia*

- **Prueba de Hipótesis para poblaciones separadas: hombres**

$H_0$ : La  $n_i \sim i=1, \dots, 19$  medida antropométrica para el grupo  $x_j \sim j=1, \dots, 4$

sigue una distribución normal  $N(\mu, \sigma)$

$H_1$ : La  $n_i \sim i=1, \dots, 19$  medida antropométrica para el grupo  $x_j \sim j=1, \dots, 4$

NO sigue una distribución normal  $N(\mu, \sigma)$

Utilizando la prueba KS se analizó los datos de las 19 medidas antropométricas para hombres por grupos, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- 12 medidas antropométricas siguen una distribución normal para los cuatro grupos, por ejemplo, la medida antropométrica Peso(Kg) presenta normalidad en el grupo 1, grupo 2, grupo 3 y grupo 4 con un valor p superior a 0.05, por lo tanto se acepta la hipótesis nula( $H_0$ ).

A continuación se detalla todas las medidas antropométricas que cumplen con normalidad en todos los grupos:

- 8 medidas antropométricas en posición parado: Peso (kg), Estatura (cm), Índice de masa corporal (IMC), Altura dedo medio, Altura ojos, Altura hombros, Altura codo, Longitud codos.
- 4 medidas antropométricas en posición sentado: Altura sentado erguido, Altura sentada sin erguirse, Altura dedo medio sentado, Altura hombro sentado, Altura poplítea.
- Sin embargo existen 7 medidas antropométricas donde NO todos los grupos presentan normalidad:
  - 1 medida antropométrica en posición parado:

-Altura Rodilla, no presenta normalidad en el grupo2, ya que tiene un valor P menor a 0.05. Sin embargo el grupo 1, grupo3, grupo 4 presenta normalidad en sus datos aceptando la hipótesis nula (Ho)

○ 6 medidas antropométricas en posición sentado:

- Longitud Agarre Frontal, presenta normalidad en el grupo 4 con un valor P mayor a 0.05, caso contrario el grupo 1, grupo 2, grupo 3 rechazan la hipótesis nula.

-Altura codo sentado, presenta normalidad en el grupo 2, grupo3, grupo4 con valores P mayores a 0.05, por lo tanto se acepta la hipótesis nula. Sin embargo el grupo 1 presenta un valor P inferior a 0,05, aceptando la hipótesis alternativa.

-Ancho de cadera, el grupo 2 no presentan normalidad, ya que su valore P es menor a 0.05 aceptando la hipótesis alternativa (H1). Caso contrario el grupo 1, grupo 2, grupo 3, los cuales presentan valores P superiores a 0.05 aceptando la hipótesis nula (Ho)

- Longitud nalga-poplítea, no presenta normalidad en el grupo 2 con un valor P inferior a0.05, caso contrario el grupo 1, grupo 3, grupo 4 si presentan normalidad, aceptando la hipótesis nula.

-Grosor Muslo, no presenta normalidad en el grupo 1 con un valor P inferior a0.05, caso contrario el grupo 2, grupo 3, grupo 4 si presentan normalidad, aceptando la hipótesis nula.

-Altura poplítea, no presenta normalidad en el grupo 2 con un valor P inferior al 0.05, caso contrario el grupo 1, grupo 3, grupo 4 si presentan normalidad, aceptando la hipótesis nula

A continuación se presenta la Tabla 16 con un resumen de lo mencionado anteriormente, se muestra la media y la desviación estándar de las 19 medidas antropométricas dividida en los cuatro grupos quinquenales. Se observa que 13 medidas antropométricas presentan normalidad en todos los grupos quinquenales, mientras que las 6 medidas antropométricas no siguen todos los grupos la distribución normal. Por lo tanto, no se pueden incluir en el análisis del segundo supuesto de ANOVA, análisis de varianza, ya que no cumplen con el primer supuesto y se eliminará estas medidas. Se puede ver en el anexo 7 los resultados obtenidos a detalle junto con las graficas de normalidad

N°	Medidas	Grupos	Normalidad Muestra de Hombres (AM)			N°	Medidas	Grupos	Normalidad Muestra de Hombres (AM)		
			SI/NO	x	$\sigma$				SI/NO	x	$\sigma$
1	Peso (Kg)	Grupo 1	SI	70.1	10.8	11	Altura Sentado Sin Erguirse	Grupo 1	SI	83.6	4.8
		Grupo 2	SI	68.2	10.8			Grupo 2	SI	83.1	4.0
		Grupo 3	SI	63.3	9.6			Grupo 3	SI	81.8	4.0
		Grupo 4	SI	59.1	10.5			Grupo 4	SI	80.8	3.8
2	Estatura (cm)	Grupo 1	SI	156.7	5.8	12	Altura Dedo Medio Sentado	Grupo 1	SI	167.4	5.7
		Grupo 2	SI	154.5	5.9			Grupo 2	SI	165.1	6.1
		Grupo 3	SI	152.0	6.4			Grupo 3	SI	163.4	5.4
		Grupo 4	SI	149.6	4.0			Grupo 4	SI	161.9	3.2
3	IMC	Grupo 1	SI	27.8	4.4	13	Longitud Agarre Frontal	Grupo 1	NO	/	/
		Grupo 2	SI	27.1	4.4			Grupo 2	NO	/	/
		Grupo 3	SI	26.1	4.4			Grupo 3	NO	/	/
		Grupo 4	SI	25.7	5.4			Grupo 4	SI	68.1	2.9
4	Altura Dedo Medio	Grupo 1	SI	195.0	8.7	14	Altura Hombro Sentado	Grupo 1	SI	60.2	3.8
		Grupo 2	SI	191.9	8.9			Grupo 2	SI	59.0	4.0
		Grupo 3	SI	187.4	8.5			Grupo 3	SI	56.9	4.5
		Grupo 4	SI	183.4	9.6			Grupo 4	SI	57.1	4.1
5	Altura Ojos	Grupo 1	SI	142.3	5.9	15	Altura Codo Sentado	Grupo 1	NO	/	/
		Grupo 2	SI	141.6	5.9			Grupo 2	SI	28.9	3.4
		Grupo 3	SI	139.5	6.6			Grupo 3	SI	30.6	4.8
		Grupo 4	SI	136.8	9.3			Grupo 4	SI	26.8	3.9
6	Altura Hombros	Grupo 1	SI	127.6	6.1	16	Ancho de Cadera	Grupo 1	SI	35.3	5.2
		Grupo 2	SI	125.7	5.8			Grupo 2	NO	/	/
		Grupo 3	SI	125.7	5.6			Grupo 3	SI	33.4	3.4
		Grupo 4	SI	125.2	5.9			Grupo 4	SI	33.0	2.5
7	Altura Codo	Grupo 1	SI	95.1	5.2	17	Longitud Nalga-Poplítea	Grupo 1	SI	44.3	3.5
		Grupo 2	SI	94.1	5.8			Grupo 2	NO	/	/
		Grupo 3	SI	92.5	5.7			Grupo 3	SI	43.8	3.5
		Grupo 4	SI	91.3	5.4			Grupo 4	SI	42.7	3.5
8	Altura Rodilla	Grupo 1	SI	47.1	3.9	18	Grosor Muslo	Grupo 1	NO	/	/
		Grupo 2	NO	/	/			Grupo 2	SI	10.3	1.9
		Grupo 3	SI	45.9	4.7			Grupo 3	SI	10.0	1.7
		Grupo 4	SI	46.0	3.5			Grupo 4	SI	10.4	1.8
9	Longitud Codos	Grupo 1	SI	45.7	4.3	19	Altura Poplítea	Grupo 1	SI	40.4	4.6
		Grupo 2	SI	44.9	5.2			Grupo 2	NO	/	/
		Grupo 3	SI	44.8	3.7			Grupo 3	SI	39.4	4.3
		Grupo 4	SI	43.4	6.3			Grupo 4	SI	39.8	5.3
10	Altura Sentado Erguido	Grupo 1	SI	86.2	4.4	20	N/A	Grupo 1	/	/	/
		Grupo 2	SI	84.1	4.8			Grupo 2	/	/	/
		Grupo 3	SI	83.2	4.2			Grupo 3	/	/	/
		Grupo 4	SI	82.3	4.1			Grupo 4	/	/	/

*Tabla 16 Resumen de normalidad de la muestra hombres (AM) dividida en grupos. Elaboración propia*

### 6.3.4.1 Supuesto de Igualdad de Varianza

En esta sección se comprobará el supuesto de igualdad de varianza para las medidas antropométricas que cumplieron con el supuesto de normalidad tanto para hombres y mujeres.

Según Montgomery, (2007) es conveniente usar la prueba de Bartlett al tener datos que provengan de una distribución normal. Por lo tanto se asumió un nivel de confianza del 95% ( $\alpha = 0.05$ ) entonces, la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) se aceptará si el estadístico es mayor a 0.05, esto se aplicará para las medidas antropométricas que cumplieron con el supuesto de normalidad. A continuación se presenta la hipótesis nula y la hipótesis alternativa que se utilizará:

- Prueba de Hipótesis para poblaciones separadas: mujeres por grupos

*$H_0$ : Las varianzas de los grupos  $x_{j \sim j=1, \dots, 4}$  son iguales*

*$H_1$ : No todas las varianzas de los grupos  $x_{j \sim j=1, \dots, 4}$  son iguales*

Una vez realizada la prueba de Bartlett para las 14 medidas antropométricas, se obtuvo como resultado que 12 medidas antropométricas cumplen con el supuesto de igualdad de varianza. A continuación se presenta la Tabla 17 como resumen de lo mencionado anteriormente, se puede observar los valores P obtenidos y los valores del estadístico de la prueba de Bartlett con los cuales se llegaron a las conclusiones.

N°	Medidas	Grupos	Análisis de Varianza		N°	Medidas	Grupos	Análisis de Varianza	
			E. Bartlett	Valor P				E. Bartlett	Valor P
1	Peso (Kg)	Grupo 1	0.630	0.890	8	Longitud Codos	Grupo 1	0.384	0.540
		Grupo 2					Grupo 2		
		Grupo 3					Grupo 3		
		Grupo 4					Grupo 4		
2	Estatura (cm)	Grupo 1	0.828	0.941	9	Altura Sentado Erguido	Grupo 1	0.710	0.871
		Grupo 2					Grupo 2		
		Grupo 3					Grupo 3		
		Grupo 4					Grupo 4		
3	IMC	Grupo 1	0.630	0.890	10	Altura Sentado Sin Erguirse	Grupo 1	49.42	0.000
		Grupo 2					Grupo 2		
		Grupo 3					Grupo 3		
		Grupo 4					Grupo 4		
4	Altura Dedo Medio	Grupo 1	0.800	0.850	11	Altura Dedo Medio Sentado	Grupo 1	0.470	0.925
		Grupo 2					Grupo 2		
		Grupo 3					Grupo 3		
		Grupo 4					Grupo 4		
5	Altura Ojos	Grupo 1	17.760	0.000	12	Longitud Agarre Frontal	Grupo 1	33.66	0.000
		Grupo 2					Grupo 2		
		Grupo 3					Grupo 3		
		Grupo 4					Grupo 4		
6	Altura Hombros	Grupo 1	0.830	0.841	13	Altura Hombro Sentado	Grupo 1	0.240	0.494
		Grupo 2					Grupo 2		
		Grupo 3					Grupo 3		
		Grupo 4					Grupo 4		
7	Altura Codo	Grupo 1	0.610	0.757	14	Altura Codo Sentado	Grupo 1	0.638	0.941
		Grupo 2					Grupo 2		
		Grupo 3					Grupo 3		
		Grupo 4					Grupo 4		

*Tabla 17 Resumen Igualdad de Varianza para muestra mujeres (AM) dividida en grupos. Elaboración propia*

Se observa en la Tabla 17 que hay 11 medidas antropométricas: Peso, estatura, IMC, altura dedo medio, altura de hombros, altura codo, longitud codos, altura sentado

erguido, altura dedo medio sentado, altura hombro sentado, altura codo sentado, las cuales cumplen con el supuesto de igualdad de varianza, estas tienen un valor P mayor a 0.05 por lo tanto no existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula. Sin embargo existen 3 medidas antropométricas: Altura de ojos y longitud agarre frontal y altura sentado sin erguirse las cuales tienen un valor P menor a 0.05 por esta razón se rechaza la hipótesis nula. Además, estas medidas no cumplen con el supuesto de igualdad de varianza y se la elimina.

Por lo tanto no se realizará el análisis del supuesto de independencia y aleatoriedad. Ver Anexo 8 en el cual se muestra detalladamente los resultados y gráficos obtenidos.

- Prueba de Hipótesis para poblaciones separadas: hombres por grupos

*$H_0$ : Las varianzas de los grupos  $x_{j \sim j=1,..,4}$  son iguales*

*$H_1$ : No todas las varianzas de los grupos  $x_{j \sim j=1,..,4}$  son iguales*

Una vez realizada la prueba de Bartlett para las 12 medidas antropométricas, se obtuvo como resultado que 9 medidas antropométricas cumplen con el supuesto de igualdad de varianza. A continuación se presenta la como resumen de lo mencionado anteriormente, se puede observar los valores P obtenidos y los valores del estadístico de la prueba de Bartlett con los cuales se llegaron a las conclusiones

N°	Medidas	Grupos	Análisis de Varianza		N°	Medidas	Grupos	Análisis de Varianza	
			E. Bartlett	Valor P				E. Bartlett	Valor P
1	Peso (Kg)	Grupo 1	0.745	0.812	7	Altura codo	Grupo 1	0.616	0.658
		Grupo 2					Grupo 2		
		Grupo 3					Grupo 3		
		Grupo 4					Grupo 4		
2	Estatura (cm)	Grupo 1	0.679	0.792	8	Longitud codos	Grupo 1	17.500	0.001
		Grupo 2					Grupo 2		
		Grupo 3					Grupo 3		
		Grupo 4					Grupo 4		
3	IMC	Grupo 1	0.250	0.474	9	Altura Sentado Erguido	Grupo 1	0.184	0.610
		Grupo 2					Grupo 2		
		Grupo 3					Grupo 3		
		Grupo 4					Grupo 4		
4	Altura Dedo Medio	Grupo 1	0.620	0.893	10	Altura Sentado Sin Erguirse	Grupo 1	0.230	0.314
		Grupo 2					Grupo 2		
		Grupo 3					Grupo 3		
		Grupo 4					Grupo 4		
5	Altura Ojos	Grupo 1	13.000	0.005	11	Altura Dedo Medio Sentado	Grupo 1	13.850	0.003
		Grupo 2					Grupo 2		
		Grupo 3					Grupo 3		
		Grupo 4					Grupo 4		
6	Altura Hombros	Grupo 1	0.710	0.871	12	Altura Hombro Sentado	Grupo 1	0.298	0.404
		Grupo 2					Grupo 2		
		Grupo 3					Grupo 3		
		Grupo 4					Grupo 4		

*Tabla 18 Resumen Igualdad de Varianza para muestra hombres (AM) dividida en grupos. Elaboración propia*

Se observa en la Tabla 18 que hay 9 medidas antropométricas: Peso, estatura, IMC, altura dedo medio, altura de hombros, altura codos, altura sentado erguido, altura sentado sin erguirse, altura hombro sentado, las cuales cumplen con el supuesto de igualdad de varianza, estas tienen un valor P mayor a 0.05, por lo tanto no existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula.

Sin embargo existen 3 medidas antropométricas: Altura de ojos y Altura dedo medio sentado y longitud de codos, las cuales tienen un valor P menor a 0.05 rechazando

la hipótesis nula. Estas medidas no cumplen con el supuesto de igualdad de varianza por lo tanto no se realizará el análisis del supuesto de Independencia y aleatoriedad. Ver Anexo 9 en el cual se muestra detalladamente los resultados y gráficos obtenidos.

#### **6.3.4.2 Supuesto Independencia**

En esta sección se comprobó el supuesto de independencia y aleatoriedad para las medidas antropométricas que presentan igualdad de varianza, para esto se realizó la gráfica de residuos vs orden utilizando el software de Minitab<sup>®</sup> para estudiantes. Los resultados obtenidos para la muestra de mujeres se observan en el Anexo 8 y los resultados obtenidos para la muestra de hombres se presentan en el Anexo 9. Las gráficas obtenidas no presentan tendencias ni patrones por lo tanto se llega a la conclusión que las 11 medidas antropométricas para mujeres presentan independencia en los cuatro grupos, al igual que las 9 medidas antropométricas.

#### **6.3.5 Análisis estadístico ANOVA y prueba de Dunnett**

En esta sección se realiza el análisis de varianza (ANOVA) con las medidas que cumplieron con los supuestos de normalidad, independencia de residuos e igualdad de varianzas, con el objeto de comprobar que existe diferencias entre los cuatro grupos a medida que envejecen, también se realiza una prueba de Dunnett utilizando el programa MINITAB<sup>®</sup>.

- Análisis de Varianza Mujeres

Se asumió un nivel de confianza del 95% ( $\alpha = 0.05$ ) de tal forma que la hipótesis nula ( $H_0$ ) se aceptará si el valor P es mayor a 0.05, esto se aplicará para las 11 medidas antropométricas que cumplieron con todos los supuestos. (Montgomery D, 2007). A

continuación se presenta la hipótesis nula e hipótesis alternativa para este análisis para ANOVA.

- $H_0: \mu_{n1} = \mu_{n2} = \mu_{n3} =$

$\mu_{n4}$  Las medias de la  $n_{i \sim i=1 \dots 19}$  medidas antropométricas de los cuatro grupos son iguales

- $H_0: \mu_{ni} \neq \mu_{nj}$  para al menos un par (i,j)

Al menos una media no es igual de los cuatro grupos.

En la Tabla 18 se puede observar un resumen de los resultados de ANOVA para las 11 medidas antropométricas de mujeres (AM) dividida por grupos. Se observa que todas las medidas tienen un valor P menor a 0.05, esto quiere decir que se rechaza la hipótesis nula, llegando a la conclusión que al menos una media entre los cuatro grupos es diferente. Las medidas antropométricas que cumplen con esta conclusión son: peso (kg), estatura (cm), índice de masa corporal (IMC), altura dedo medio, altura hombros, altura codo, longitud codos, altura sentado erguido, altura dedo medio sentado, altura hombro sentado, altura codo sentado.

Se puede ver en el anexo 10 los resultados obtenidos a detalle junto con el resumen de ANOVA, para todas las medidas antropométricas de la muestra mujeres (AM) dividida en grupos.

- Prueba de Dunnett Mujeres

Según García (2008) la prueba de Dunnett compara cada una de medias de los tratamientos cuando no se tiene homogeneidad en el tamaño de muestra de los tratamientos. (Ver capítulo 2, sección 2.5). Por lo tanto se utilizó esta prueba para realizar la comparación entre medias de las 11 medidas antropométricas, las cuales obtuvieron un valor P menor a

0.05, por lo tanto se rechazó la hipótesis nula. A continuación se presenta la prueba de hipótesis para los cuatro grupos, entonces:

### **Prueba de Hipótesis**

$$H_0: \mu_{n1} = \mu_{n2} = \mu_{n3} = \mu_{n4}$$

$$H_1: \mu_{n1} \neq \mu_{n2} \neq \mu_{n3} \neq \mu_{n4}$$

Se asumió un nivel de confianza del 95% ( $\alpha = 0.05$ ) de tal forma que la hipótesis nula ( $H_0$ ) se aceptará si el valor p es mayor a 0.05, esto se aplicará para las 11 medidas antropométricas para mujeres dividida en grupos.

Se observa en la Tabla 19 los resultados de la prueba Dunnett, en la cual se comprueba que existe una diferencia de medias. Los resultados obtenidos muestran que existe igualdad de medias en los primero tres grupos entre edades de 65 a 79 años ya que tienen medias similares, esto se expresa con la letra A por el análisis realizado con el programa Minitab<sup>®</sup>. Mientras que el grupo 4 entre edades de 80-84 años presenta una diferencia completamente diferente y se aleja del promedio de estos tres grupos.

Nº	Medidas	Grupos	ANOVA MUJERES		Nº	Medidas	Grupos	ANOVA MUJERES	
			Valor P	Dunnett				Valor P	Dunnett
1	Peso (Kg)	Grupo 1	0.000	A	7	Longitud Codos	Grupo 1	0.024	A
		Grupo 2		A			Grupo 2		A
		Grupo 3		*			Grupo 3		A
		Grupo 4		*			Grupo 4		*
2	Estatura (cm)	Grupo 1	0.006	A	8	Altura Sentado Erguido	Grupo 1	0.000	A
		Grupo 2		A			Grupo 2		*
		Grupo 3		*			Grupo 3		*
		Grupo 4		*			Grupo 4		*
3	IMC	Grupo 1	0.005	A	9	Altura Dedo Medio Sentado	Grupo 1	0.000	A
		Grupo 2		A			Grupo 2		A
		Grupo 3		*			Grupo 3		*
		Grupo 4		*			Grupo 4		*
4	Altura Dedo Medio	Grupo 1	0.001	A	10	Altura Hombro Sentado	Grupo 1	0.000	A
		Grupo 2		A			Grupo 2		A
		Grupo 3		*			Grupo 3		*
		Grupo 4		*			Grupo 4		*
5	Altura Hombros	Grupo 1	0.026	A	11	Altura Codo Sentado	Grupo 1	0.000	A
		Grupo 2		A			Grupo 2		*
		Grupo 3		A			Grupo 3		A
		Grupo 4		*			Grupo 4		*
6	Altura Codo	Grupo 1	0.001	A		N/A		N/A	
		Grupo 2		A					
		Grupo 3		*					
		Grupo 4		*					

*Tabla 19 Resumen del análisis de varianza y prueba de Dunnett . Elaboración propia*

- Análisis de Varianza Hombres

Se asumió un nivel de confianza del 95% ( $\alpha = 0.05$ ) de tal forma que la hipótesis nula ( $H_0$ ) se aceptará si el valor P es mayor a 0.05, esto se aplicará para las 9 medidas antropométricas que cumplieron con todos los supuestos. A continuación se presenta la hipótesis nula e hipótesis alternativa para este análisis para ANOVA.

- $H_0: \mu_{n1} = \mu_{n2} = \mu_{n3} =$

$\mu_{n4}$  Las medias de la  $n_{i \sim i=1 \dots 19}$  medidas antropométricas de los cuatro grupos son iguales

- $H_0: \mu_{ni} \neq \mu_{nj}$  para al menos un par (i,j)

Al menos una media no es igual de los cuatro grupos.

En la Tabla 20 se puede observar un resumen de los resultados de ANOVA para las 9 medidas antropométricas de hombres (AM) dividida por grupos. Se observa que existen 9 medidas con un valor p menor a 0.05, esto quiere decir que se rechaza la hipótesis nula, llegando a la conclusión que al menos una media entre los cuatro grupos es diferente. Las medidas antropométricas que cumplen con esta conclusión son: peso (kg), 2. estatura (cm), índice de masa corporal (IMC), altura dedo medio, altura hombros, altura codo, altura sentado erguido, altura sentado sin erguirse, altura hombro sentado.

Se puede ver en el anexo 11 los resultados obtenidos a detalle junto con el resumen de ANOVA, para todas las medidas antropométricas de la muestra hombres (AM) dividida en grupos.

- Prueba de Dunnett Hombres

De igual manera se utilizó esta prueba de Dunnett para realizar la comparación entre medias de las 9 medidas antropométricas ya que presentaron un valor P menor a 0.05, por lo tanto se rechazó la hipótesis nula, a continuación se presenta la prueba de hipótesis para los cuatro grupos, entonces:

### **Prueba de Hipótesis**

$$H_0: \mu_{n1} = \mu_{n2} = \mu_{n3} = \mu_{n4}$$

$$H_1: \mu_{n1} \neq \mu_{n2} \neq \mu_{n3} \neq \mu_{n4}$$

Se asumió un nivel de confianza del 95% ( $\alpha = 0.05$ ) de tal forma que la hipótesis nula ( $H_0$ ) se aceptará si el valor P es mayor a 0.05, esto se aplicará para las 9 medidas antropométricas para mujeres dividida en grupos.

Se observa en la Tabla 19 los resultados de la prueba Dunnett, en la cual se comprueba que existe una diferencia de medias. Los resultados obtenidos muestran que existe igualdad de medias en los primero tres grupos entre edades de 65 a 79 años ya que tienen medias similares, esto se expresa con la letra A por el análisis realizado con el programa Minitab<sup>®</sup>. Mientras que el grupo 4 entre edades de 80-84 años presenta una diferencia completamente diferente y se aleja del promedio de estos tres grupos.

N°	Medidas	Grupos	ANOVA HOMBRES		N°	Medidas	Grupos	ANOVA HOMBRES	
			Valor P	Dunnett				Valor P	Dunnett
1	Peso (Kg)	Grupo 1	0.000	A	6	Altura codo	Grupo 1	0.002	A
		Grupo 2		A			Grupo 2		A
		Grupo 3		*			Grupo 3		*
		Grupo 4		*			Grupo 4		*
2	Estatura (cm)	Grupo 1	0.000	A	7	Altura Sentado Erguido	Grupo 1	0.000	A
		Grupo 2		*			Grupo 2		*
		Grupo 3		*			Grupo 3		*
		Grupo 4		*			Grupo 4		*
3	IMC	Grupo 1	0.021	A	8	Altura Sentado Sin Erguirse	Grupo 1	0.002	A
		Grupo 2		A			Grupo 2		A
		Grupo 3		*			Grupo 3		*
		Grupo 4		A			Grupo 4		*
4	Altura Dedo Medio	Grupo 1	0.000	A	9	Altura Hombro Sentado	Grupo 1	0.000	A
		Grupo 2		*			Grupo 2		*
		Grupo 3		*			Grupo 3		*
		Grupo 4		*			Grupo 4		*
5	Altura hombro	Grupo 1	0.011	A	10	N/A		N/A	
		Grupo 2		*					
		Grupo 3		A					
		Grupo 4		A					

*Tabla 20 Resumen análisis de varianza y prueba de Dunnett. Elaboración Propia*

## **7 CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

La población a considerar para el presente estudio es conocida como “Población Adultos Mayores” y se encuentra entre el rango de edad de 65 años a 85 años, para cumplir con las políticas del Comité de Bioética de la USFQ.

Según los datos consultados en el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en el Ecuador existen 14.483.499 habitantes de los cuales el 6.5% de la población nacional son adultos mayores, es decir que alrededor de 940.905 personas son mayores a 65 años, de acuerdo al VII Censo de población y VI de Vivienda realizado en el año 2010, (INEC, 2010).

Utilizando un diagrama de Pareto se determinó que la provincia de Pichincha es la mejor para realizar el presente estudio, ya que tiene aproximadamente el 17.2% de población adulta mayor siendo así la segunda provincia con el porcentaje más alto de adultos mayores en todo el Ecuador, además que existen ciertas limitaciones en el proyecto, (INEC, 2010)

Una vez determinada la provincia se realizó un análisis de la población para cada cantón de Pichincha. Se identificó que el cantón Quito tiene 141.156 habitantes adultos mayores, esto representa el 87.2% de la población total de Pichincha, de acuerdo a los datos obtenidos, por lo tanto se elige este cantón para realizar el estudio. (INEC, 2010)

La población de adultos mayores del Distrito Metropolitano de Quito representa el 87.2% de toda la población total de la provincia de Pichincha, es decir que existe alrededor de 205.639 habitantes desde los 65 en adelante, en el área urbana viven 153.032 personas y en el área rural 52.605 personas. Además que el 45% son hombres con un total de 92.537 varones y el 55% son mujeres con 113.101 mujeres.

Se seleccionó un tamaño de muestra considerando obtener un error del 5%, de acuerdo a lo mencionado se obtuvo un total de 768 adultos mayores divididos en 384 hombre y 384 mujeres del Distrito Metropolitano de Quito.

De acuerdo a las investigaciones realizadas se determinó 19 medidas antropométricas, 7 medidas en posición parada, 11 medidas en posición sentado y 1 medida antropométrica (IMC) la cual se va a calcular. Cabe mencionar que estas mediciones se utilizaron para la generación de la tabla antropométrica y el diseño de los espacios residenciales baño y la cocina.

Los adultos mayores se consideran como población vulnerable de acuerdo al Comité de Bioética de la USFQ, por lo tanto se generó un procedimiento específico para las mediciones y se determinó las herramientas a utilizar: balanza electrónica, antropómetro, tallímetro fijo de madera, flexómetro y ficha antropométrica. El procedimiento se dividió de dos segmentos, primero se tomaron las medidas en posición parado, seguido se permite un descanso de 5 minutos, y finalmente se tomaron las medidas en posición sentado.

Se observó que las personas desde 75 años en adelante presentan diferentes tipos de enfermedades musculo-esqueléticas impidiendo que las personas estén en las posiciones indicadas dificultando la toma de datos.

Con respecto a los materiales de medición, el tallímetro no contaba con la suficiente escala, por lo tanto se complementó con el uso del flexómetro para medir a las personas que sobrepasaban la escala. De igual manera el antropómetro carecía de la escala suficiente para ciertas medidas antropométricas y se utilizaba el flexómetro para completar la escala.

Para las mediciones antropométricas en posición sentado, se utilizó un taburete para la facilitar la movilidad de las personas adultas mayores, ya que al utilizar una silla las

personas que participaban debían moverse constantemente provocando malestar con las sillas y falta de cooperación.

Se midió la muestra de hombres y mujeres adultos mayores en los programas de 60 y piquito de las zonas Eloy Alfaro y Los Chillos, ya que existen varios puntos con integrantes mayores a 20 personas. En estos centros 60 y piquito se obtuvo con facilidad la muestra de mujeres caso contrario la muestra de hombres se completó el tamaño de muestra con dificultad, ya que hombres (AM) no acuden con frecuencia a este tipo de actividades.

Una vez obtenida la muestra total tanto de hombres como para mujeres se calculó los percentiles desde el 5 al 95 para generar la tabla antropométrica, se debe mencionar que esta tabla fue generada en base a las 19 medidas antropométricas de 771 personas tomando en cuenta un nivel de significancia del 95%, para inferir sobre la población.

La tabla antropométrica se la realizó con el fin de disminuir los riesgos que se presentan dentro de una vivienda para los adultos mayores además de mejorar las condiciones de vida dentro de los hogares. Esta tabla se la puede utilizar a futuro para diferentes diseños y rediseños que se enfoquen en la población adulta mayor de Quito.

Después se realizó un análisis de normalidad para la muestra total de hombres y mujeres, utilizando la prueba Anderson Darling (AD), para obtener la distribución los datos y utilizarlos como referencia para el diseño del baño y la cocina. No todas las 19 medidas antropométricas de la muestra total de hombres y mujeres, siguen una distribución normalidad, por lo tanto se utilizaron aquellas medidas que presentan normalidad, con las cuales se decidieron los parámetros de los diseños dentro de los espacios residenciales. (McDaniel, J, 1990).

Ya que no todas las 19 medidas antropométricas cumplen con el supuesto de normalidad, se realiza un análisis de varianza (ANOVA) para demostrar estadísticamente que existen diferencias en las medias de los cuatro grupos quinquenales..

Para comprobar la normalidad de datos se utilizó la prueba Kolmogorov Smirnov, para comprobar igualdad de varianza se realizó la Prueba de Barlette y finalmente para comprobar independencia de datos se realizó los gráficos de residuos vs ajustes. Solo 11 medidas antropométricas cumplen con los tres supuestos de normalidad para la muestra de mujeres y solo 9 medidas antropométricas cumplen con los tres supuestos de normalidad par la muestra de hombres.

Se realiza ANOVA utilizando un nivel de confianza del 95%, con los resultados obtenidos se llega a la conclusión que existe al menos una media que es diferente de los cuatro grupos en todas las medidas antropométricas analizadas tanto para hombres como para mujeres. Esto quiere decir que se comprueba estadísticamente que existen diferencias significativas entre los cuatro grupos quinquenales a medidas que el proceso de senectud avanza.

Finalmente se realiza una Prueba de Dunnett para identificar los grupos quinquenales que tienen medias similares y los grupos que difieren completamente. El grupo quinquenal 4 desde 80 a 85 años presenta diferencias significativas en las medidas antropométricas analizadas tanto para hombres como para mujeres en comparación con los otros tres grupos.

Se recomienda controlar los porcentajes de la población adulta mayor para el siguiente estudio, ya que en el presente estudio no se controló los porcentajes de cada grupo quinquenal para realizar el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Dunnett.

Se recomienda realizar un estudio similar en los centros 60 y Piquito zonas de Quito restantes, con el fin de obtener datos actuales de población adulta mayor y poder generar una tabla antropométrica para la población total del Distrito metropolitano.

Se recomienda disminuir el número de medidas antropométricas, ya que los adultos mayores no tienen la resistencia ni la paciencia necesaria para este tipo de estudios y a pesar de estandarizar el proceso de medición, se presentaban problemas y molestias a las personas que participaban ya que consideraban un proceso largo, causando malestar y muchas veces enojo.

## 8 BIBLIOGRAFÍA

(s.f.).

Acosta, K., & Roca, M. (2012). *Documento de trabajo sobre economía regional*.

Cartagena-Colombia : Banco de la República .

Aguilar, L., Contreras, M., Del Canto, J., & Vílchez, W. (2013). *Guía Técnica para la*

*valoración nutricional antropométrica de la persona Adulta Mayor* . Lima-Perú:

Ministerio de Salud .

Asamblea Constituyente, E. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Ecuador:

Asamblea Constituyente.

Balboaca, S., & Jantshchi, L. (2009). *Distribution Fitting*. Romania : University of Cluj.

Castello, A., García, C., & Tortosa, L. (2001). Trabajo y envejecimiento: Mejora de las

condiciones ergonómicas de las actividad laboral para la promoción de un

envejecimiento saludable. . *Instituto de Biomecánica de Valencia* .

CEPAL, & CELADE. (2007). *Protección Social de la Tercera Edad en Ecuador*. Quito-

Ecuador: Ministerio de Bienestar Social.

Cortés, O., & Mejía, A. (2014). *¿Sufre de molestias debido a su puesto de trabajo? Cómo*

*una tabla antropométrica puede ayudar a mejorar los diseños de puestos de*

*trabajo*. Quito- Ecuador: Universidad San Francisco de Quito.

Demirbilek, O. (1999). *Involving the Elderly in the Design Process: A Participatory Design*

*model for Usability, Safety and Attractiveness*. Bilkent University.

- Escalante, M. E., & Gonzáles, C. I. (2009). *Tabla rebatible para bañera*. Buenos Aires-Argentina: Universidad de Buenos Aires.
- Fernández, J., Marley, R., Ibarra, G., & Noriega, S. (2008). Ergonomía Ocupacional. *Internationa Journal of Industrial Engineering* .
- Franco, R. (2006). Sociología del desarrollo, políticas y democracia. México DF: Siglo XXI.
- García, P. (2009). Mayores ¿Activos o Pasivos? La importancia de la educación en la tercera edad. *Cuestiones Pedagógicas*, 319-332.
- Gultekin, T., Akin, G., Bektas, Y., & Tuncel, E. (s.f.).
- Hilarius, R. (2007). *Application of Universal Design Principles in the Design of a Kitchen for Elderly*. Parahyangan Catholic University.
- Hines, W., & Douglas, M. (2002). *Probabilidad y estadística para ingeniería*. México: Compañía editorial Continental, 3ra edición.
- Homero, E. (2000). Algunos cambios asociados al envejecimiento. En U. C. Chile, *Boletín de la escuela de Mediciona* (págs. Vol 29, N 1 - 2 ). Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Hsiao, H., Long, D., & Snyder, K. (9 de Noviembre de 2010). *Antropometric differences amog occupational groups*. Recuperado el 28 de Octubre de 2014, de Ergonomics: <https://drive.google.com/#folders/0Bw3kiU2r8sqLNUVYDRqa1JUzkU>
- Ilmarinen, I., Tuomi, K., & Klockars, M. (1997). Changes in the work ability of active employees over 11 year period. *Scand J Work Environ Health*, 49-57.
- INEC. (17 de Abril de 2010). Recuperado el 20 de Octubre de 2014, de <http://www.inec.gov.ec/cpv/>

- Instituto de la Ciudad, Q. (2013). *Adultos Mayores: Actores activos en la construcción de ciudad*. Quito- Ecuador: Boletín Estadístico Mensual ICQ N°17.
- Jenkins, D. (2005). La tercera edad: de los 65 a los 100 años. En *Mejoremos la salud a todas las edades*. Pan American Health Organization.
- Kroemer, K., Kroemer, H., & Kroemer, K. (2001). *Ergonomics: How to design for ease and efficiency*. New Jersey: Hall International Series in Industrial & Systems Engineering.
- Kumar, M., Sharma, V., & Lal Meena, M. (2014). Ergonomics for Elderly Population. *International Journal of Applied Engineering Research* , 445-450.
- Kume, H. (2002). *Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad* . Bogotá: Editorial Norma.
- Leirós, L. (2009). *Historia de la ergonomía y como la ciencia del trabajo se basa en verdades tomadas de la psicología*. Valencia, España.
- Lema, D. (2013). *Comparación estadística de medidas antropométricas entre mestizos, indígenas y afro ecuatorianos de la Región Sierra del Ecuador*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.
- Lesmes, D. (2009). *Evaluación Clínico Funcional del Movimiento Corporal Humano*. Madrid: Editorial Médica Internacional.
- Marques, T., Bispo, R., & Pestana, D. (2012). Statistical power of goodness fo fit test based on the empirical distribution function for type-I-rightcensored data. *Journal of Statistical Computation and Simulation* , 82:2 173-181 .
- Mendenhall, W., & Sincich, T. (1997). *Statistics for engineering and the sciences*. México : Pearson, 4ta Ed.

- Ministerio de Inclusión Económica y Social. (2013). *Agenda de igualdad para Adultos Mayores*.
- Minitab, I. (2010). *Minitab: Software para la mejora de la calidad*. Recuperado el 11 de Enero de 2011, de <http://www.minitab.com/es-AR/default.aspx>
- Mondelo, P., Torada, E., & Bombardo, P. (2000). *Ergonomía I: Fundamentos*. Alfaomega.
- Montgomery, D. (2007). *Diseño y Análisis de Experimentos*. México: 2da ed- Limusa Willey.
- Montgomery, D. (2012). *Design and Analysis of Experiments*. Arizona : John Willey & Sons, Inc. eighth edition.
- Montgomery, D., & Ruger, G. (2002). *Probabilidad y Estadística aplicadas a la Ingeniería*. México: Limusa Wiley.
- Nagananda, M., Sengupta, A., Santhosh, J., Anand, S., Rehman, K., Khan, M., y otros. (2003). Design and Pragmatic studies of bathroom for elderly people in India. *National Institute of Health and Family welfare*.
- NASA. (1978). *Anthropometric Source Book Volume II: A Handbook of Anthropometric Data*. Ohio: Staff of Anthropology Research Porjech, Ed.
- Octavia, R., & Widjaja, M. (2013). Ergonomic Living - Dining Room design to enhance assisted living for elderly people in Indonesia. *Advance Engineering Forum*, Vol 10, p 51-56.
- Paredes, K. (14 de Marzo de 2014). Ecuador dejaría de ser un "país joven" en 2050. *El telegrafo*.
- Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, a. (2008). *Estadística*. Recuperado el 3 de Enero de 2015, de UCV Estadística: <http://ucv.cl/web/estadistica/percentil/htm>

- Sabadias, A. (1995). *Estadística descriptiva e inferencial*. Cuenca : Universidad de Castilla - La Mancha.
- Valero, E. (2010). *Antropométria*. Recuperado el 20 de Noviembre de 2014, de Instituto Nacional de Seguridad e Higiene de Trabajo: <http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Diseno%20del%20puesto/DTEAntropometriaDP.pdf>
- Vargas, F. (2012). *Estadística y Distribución Espacial de la Población Adulta Mayor en Ecuador*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Velázquez, A., Castillo, L., Irigoyen, E., Zepeda, M. A., Gutierrez, L. M., & Cisneros, P. (1996). Estudios Antropométrico en un grupo de hombres y mujeres de la tercera edad en la Ciudad de México. *Salud Pública de México*, 17-20.
- Villacis, B., & Carrillo, D. (2012). *País atrevido: la nueva cara sociodemográfica del Ecuador*. Quito-Ecuador : Edición especial revista Analítika. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).
- Walpole, R., Myers, R., Myers, S., & Ye, K. (2007). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. México : Pearson, 8va Ed. .
- Wilson, J., & Corlett, N. (1994). *Evaluation of Human work*.
- Zelnik, M., & Panero, J. (1984). *Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores*. México D.F: G. Gili .
- Zorrilla, A. (2002). El envejecimiento y el estrés oxidativo. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*.

## 9 ANEXOS

### 9.1 Anexo 1: Ficha Antropométrica

A continuación se presenta la ficha antropométrica utilizada para la toma de medidas, se observa en la imagen 22

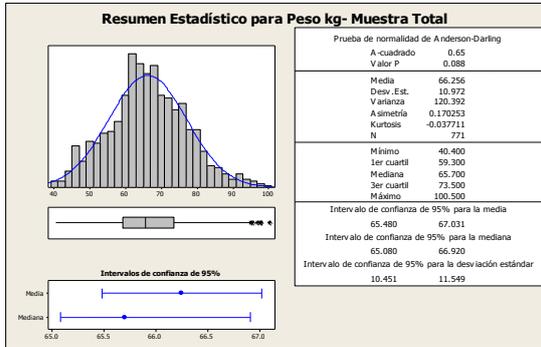
N° Sujeto		1		2		3		4		5	
Información Básica		Edad	Sexo	Edad	Sexo	Edad	Sexo	Edad	Sexo	Edad	Sexo
N°	Medidas Antropométricas	Medidas		Medidas		Medidas		Medidas		Medidas	
1	Posicion Parados	Peso kg									
2		Estatura cm									
3		Altura dedo medio									
4		Altura ojos									
5		Altura hombro									
6		Altura codo									
7		Altura rodilla									
8	Posicion Sentados	Altura normal sentado									
9		Altura sentado comodo									
10		Altura del dedo medio sentado									
11		Altura Frontal									
12		Altura hombro sentado									
13		Altura codo sentado									
14		Anchura de Codos									
15		Anchura cadera sentado									
16		Longitud nalga-poplítea									
17		Grosor del Muslo									
18		Altura poplítea									

Imagen 23 Ficha Antropométrica para toma de datos. Elaboración propia

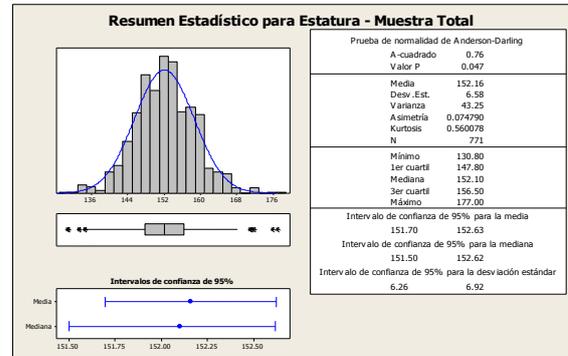
## 9.2 Anexo 3. Resumen Estadístico

### Prueba Anderson Darling (AD)

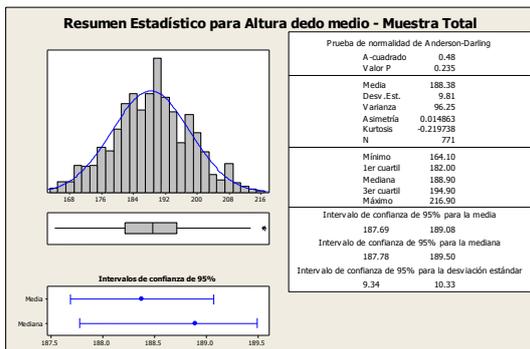
#### 1- Peso



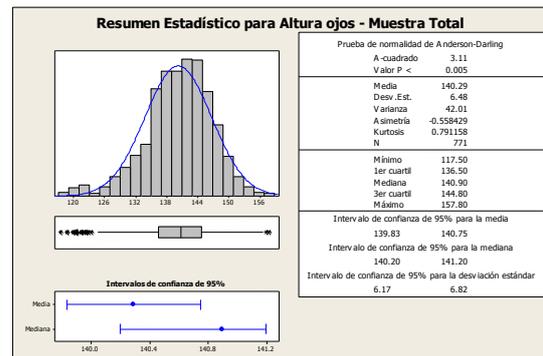
#### 2- Estatura



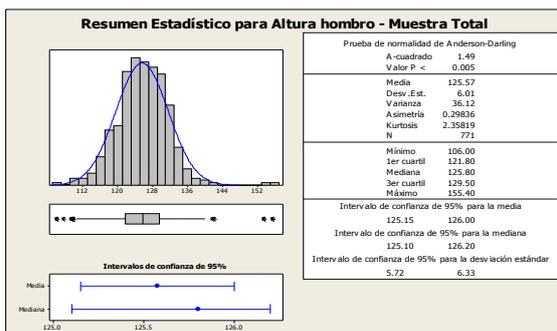
#### 3- Altura dedo medio



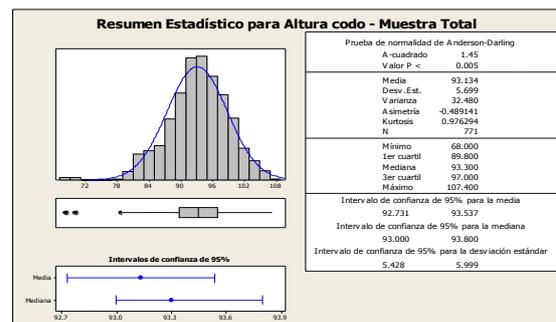
#### 4- Altura ojos



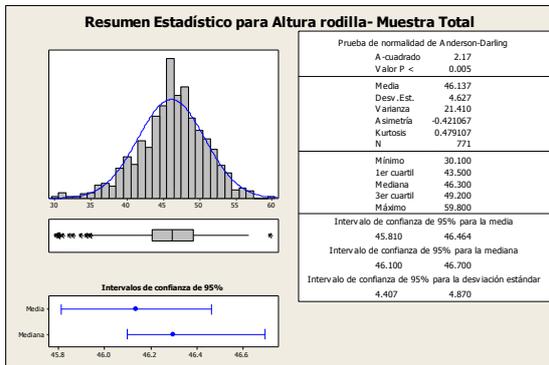
#### 5- Altura hombro



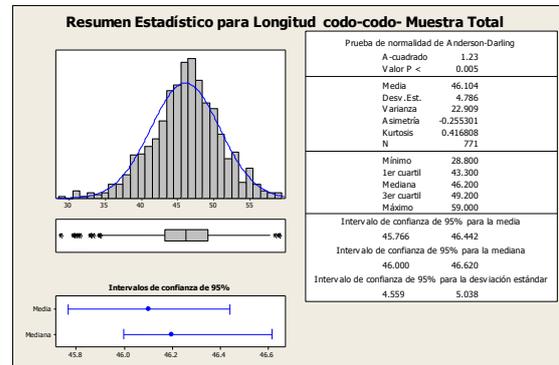
#### 6- Altura codo



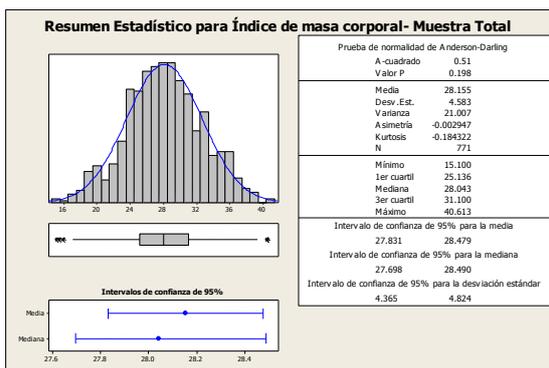
### 7- Altura rodilla



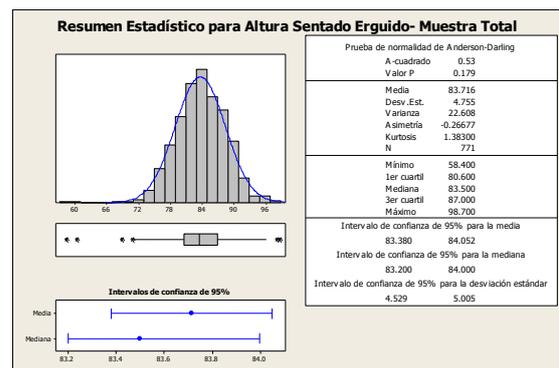
### 8- Longitud codos



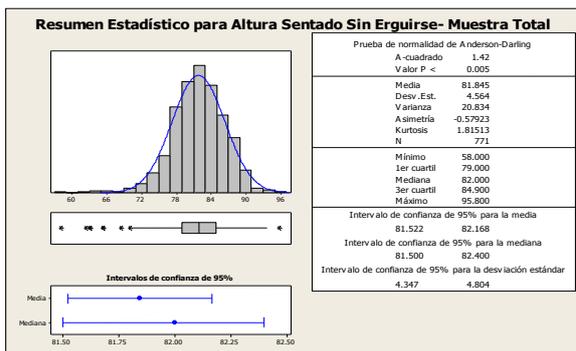
### 9- IMC



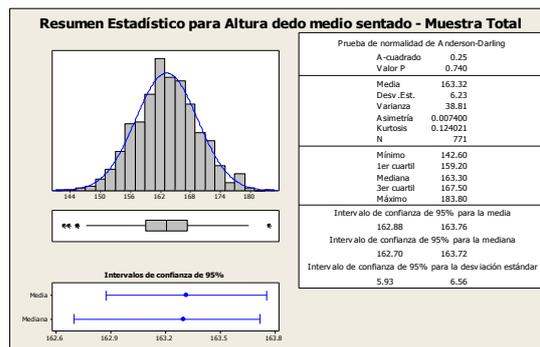
### 10- Altura sentado erguido



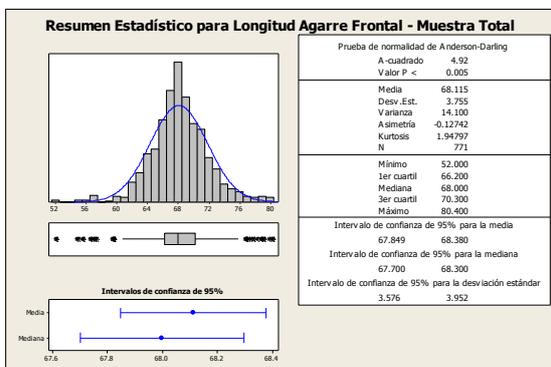
### 11- Altura sentado sin erguirse



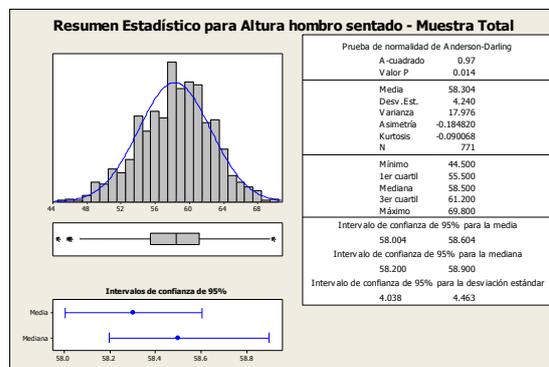
### 12- Altura dedo medio sentado



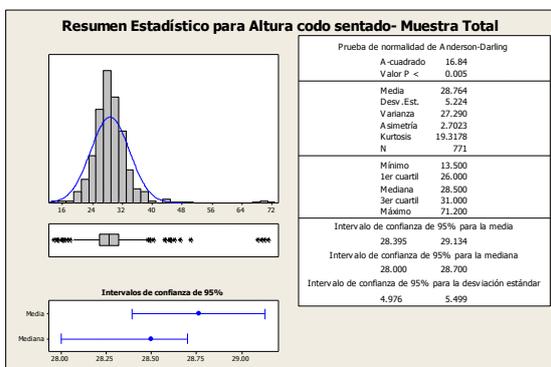
### 13- Longitud agarre frontal



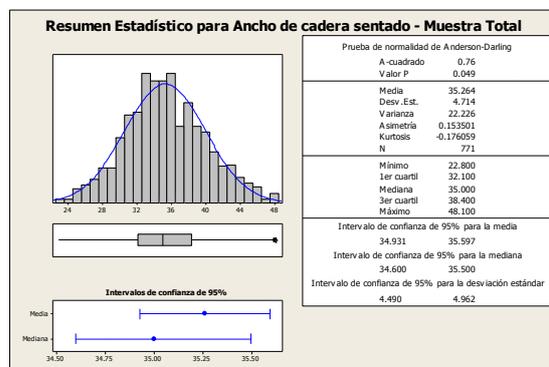
### 14- Altura hombro sentado



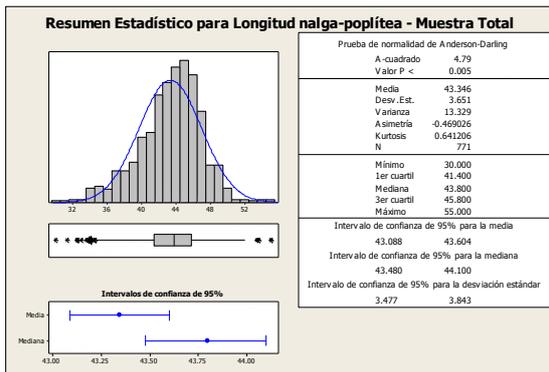
### 15- Altura codo sentado



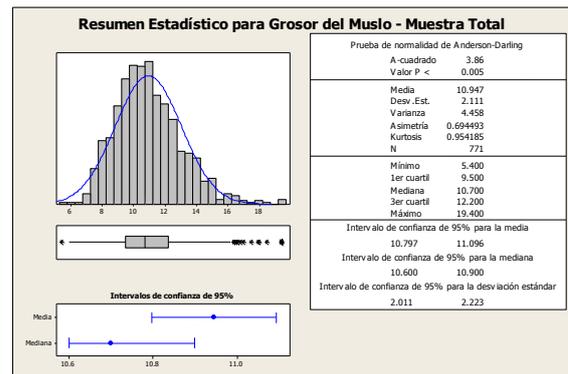
### 16- Ancho de cadera sentado



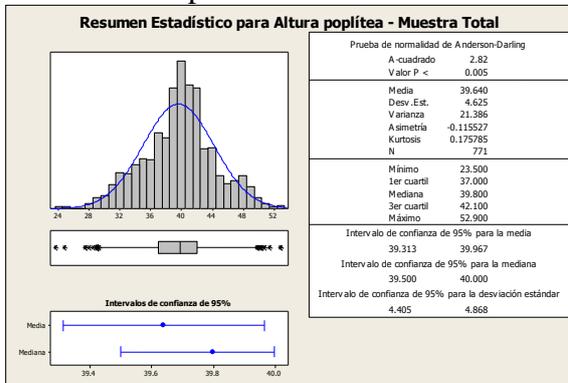
### 17- Longitud nalga-poplítea



### 18.- Grosos muslo

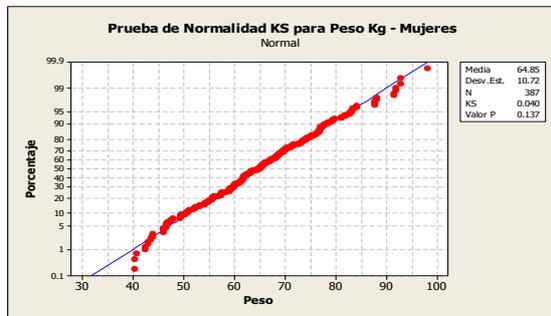


### 19.- Altura Poplítea

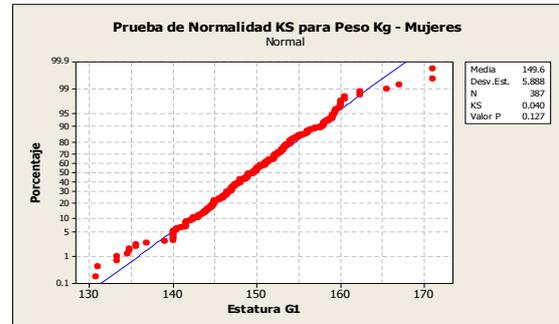


### 9.3 Anexo 4 Supuesto de normalidad muestra total con grupos

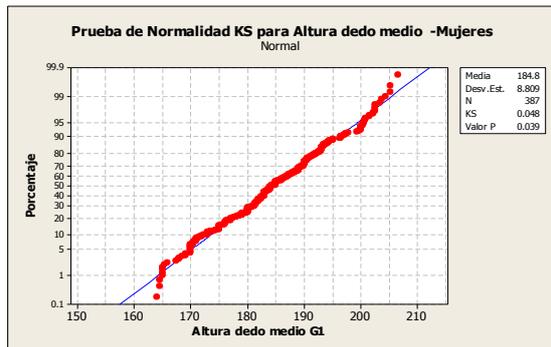
#### 1- Peso



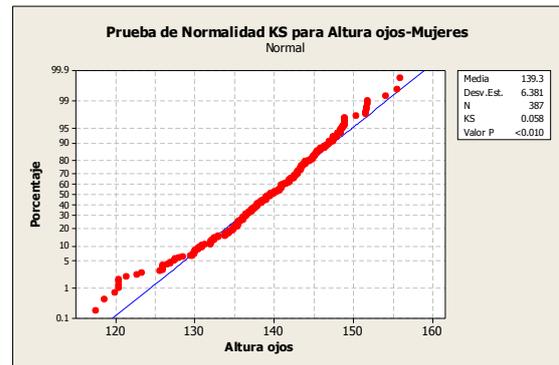
#### 2- Estatura



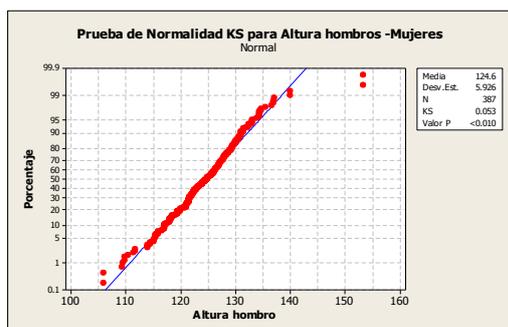
#### 3- Altura dedo medio



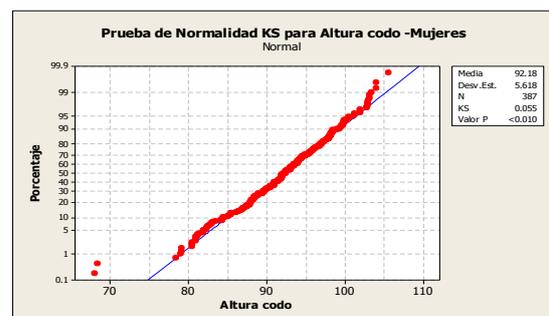
#### 4- Altura ojos



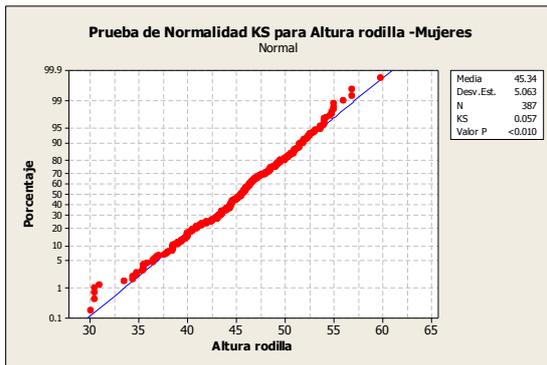
#### 5- Altura hombro



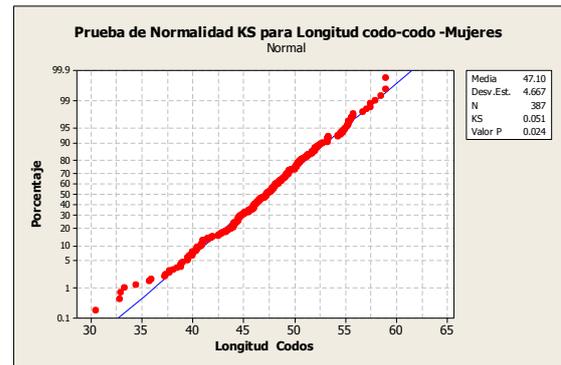
#### 6- Altura codo



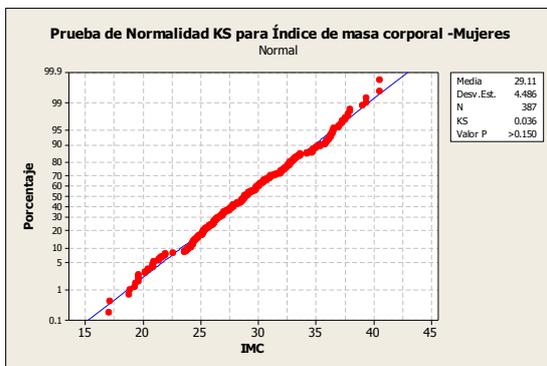
## 7- Altura rodilla



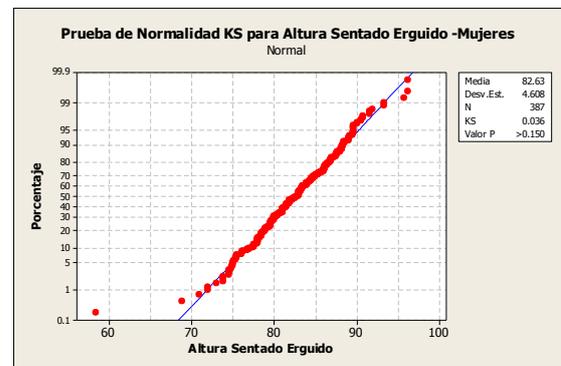
## 8- Longitud Codos



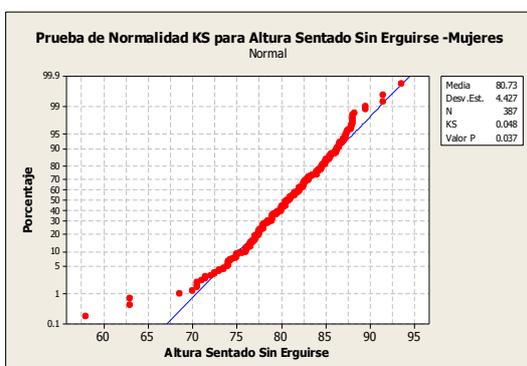
## 9- IMC



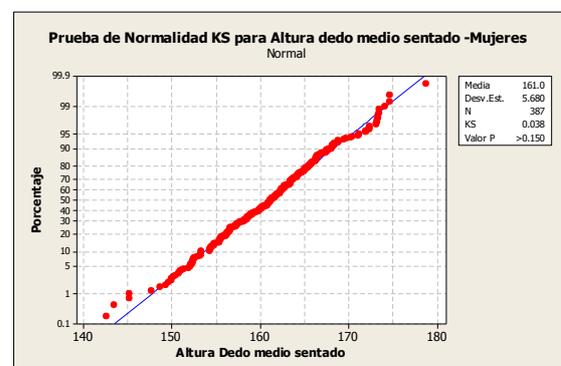
## 10- Altura sentado erguido



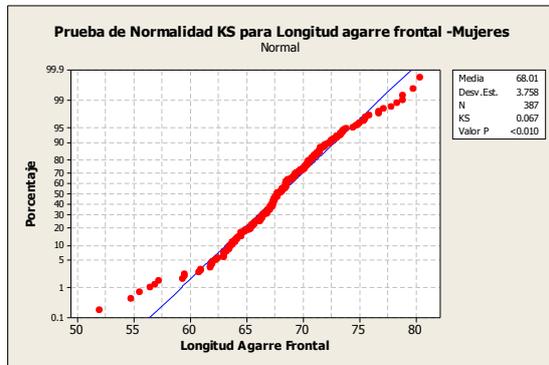
## 11- Altura sentado sin erguirse



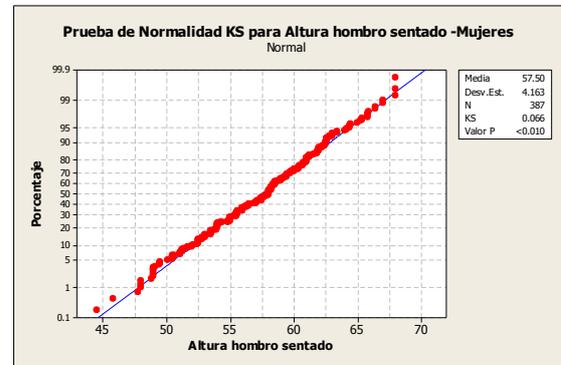
## 12- Altura dedo medio sentado



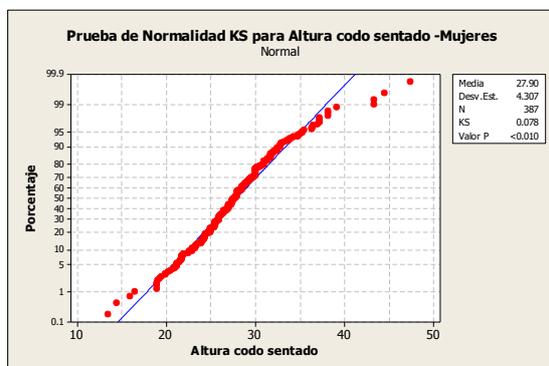
## 13- Longitud agarre frontal



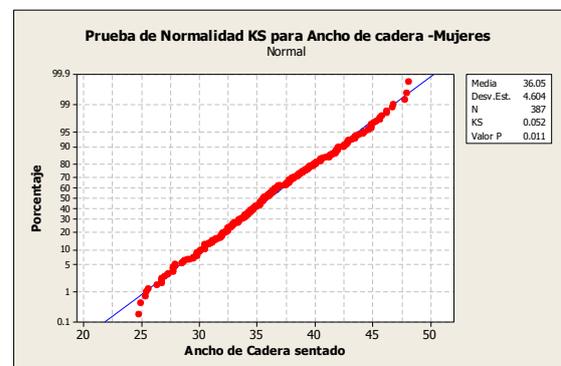
## 14- Altura hombro sentado



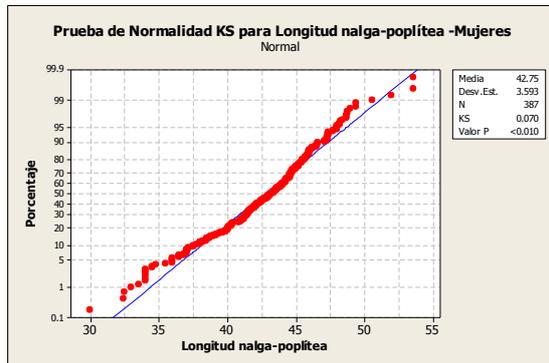
## 15- Altura codo sentado



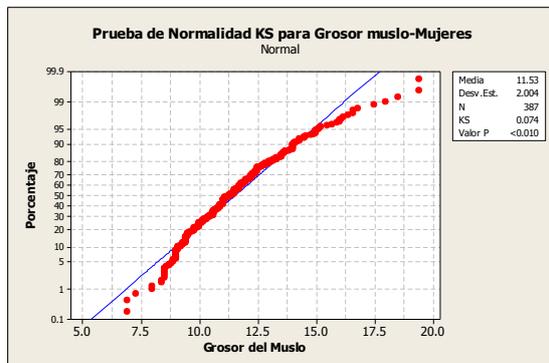
## 16- Ancho de cadera sentado



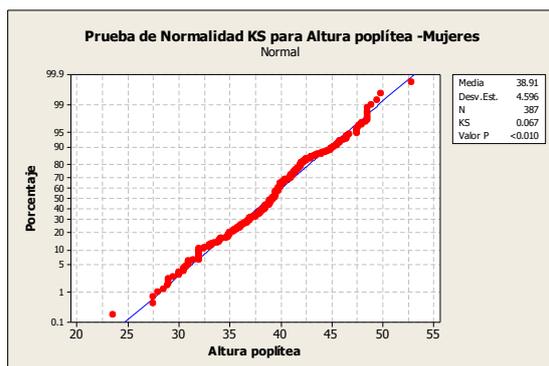
## 17- Longitud nalga-poplítea



## 18- Grosor del muslo



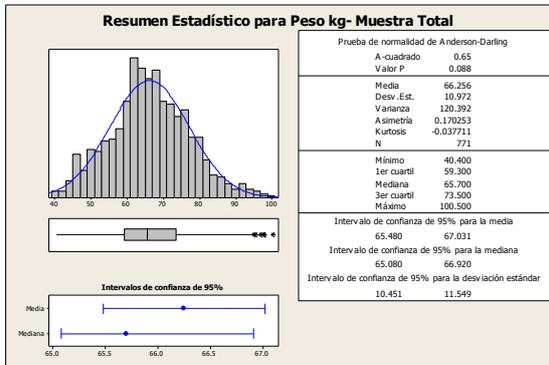
## 19-Altura poplítea



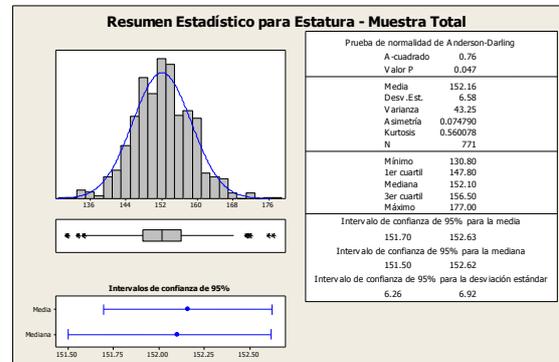
## 9.4 Anexo 5 Resumen estadístico

### Resumen estadístico muestra total

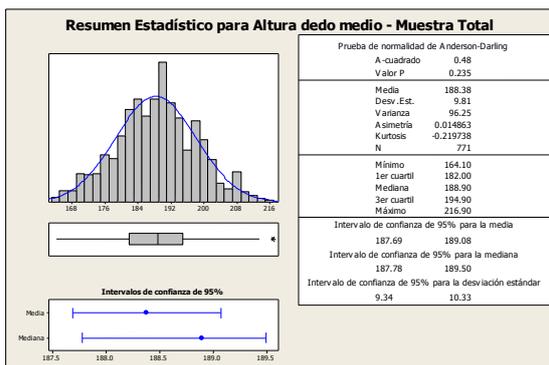
#### 1. Peso



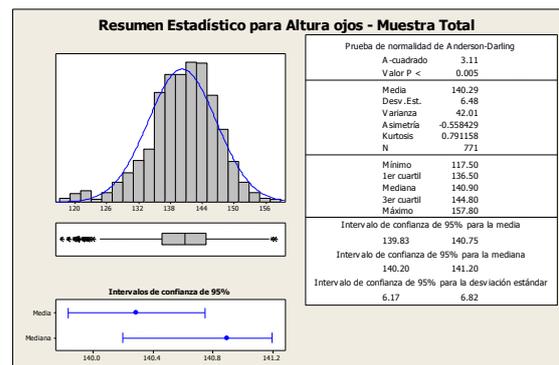
#### 2. Estatura



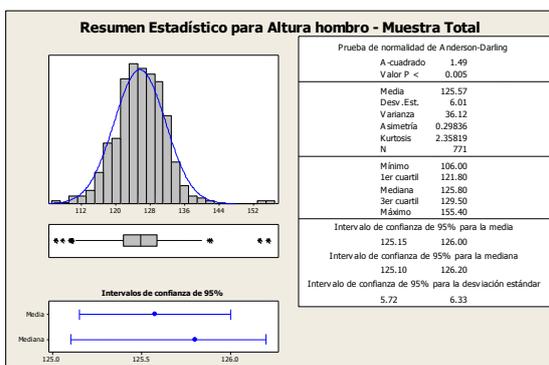
#### 3. Altura dedo medio



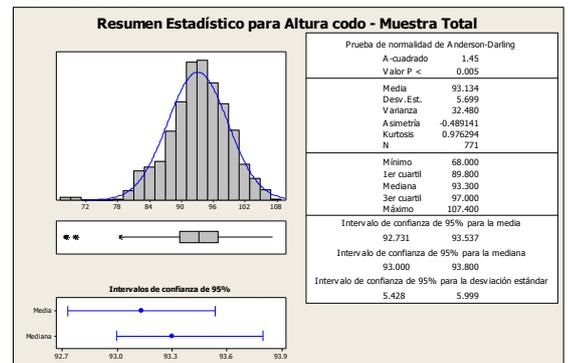
#### 4. Altura ojos



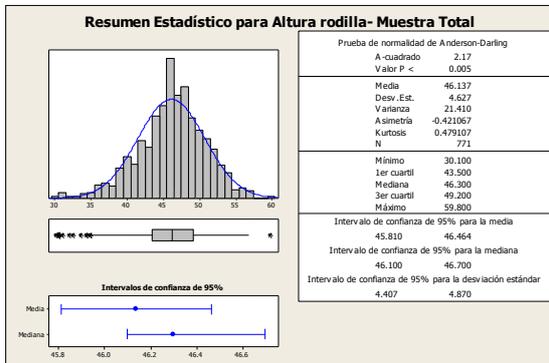
#### 5. Altura hombro



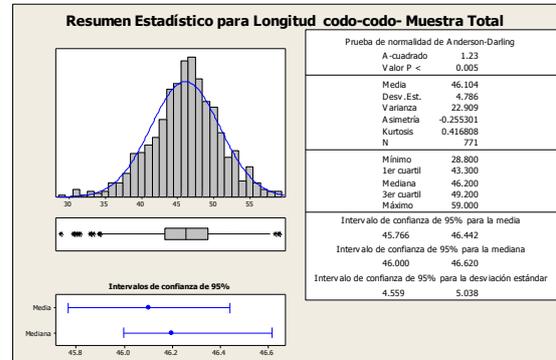
#### 6. Altura codo



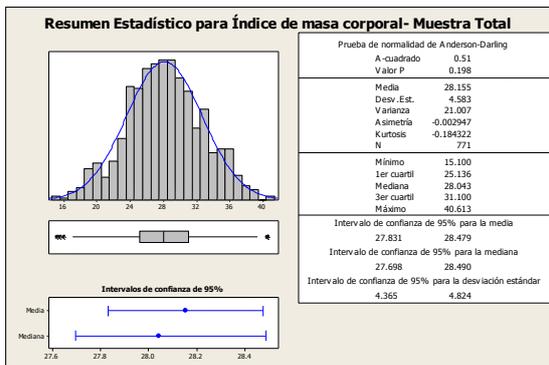
### 7. Altura rodilla



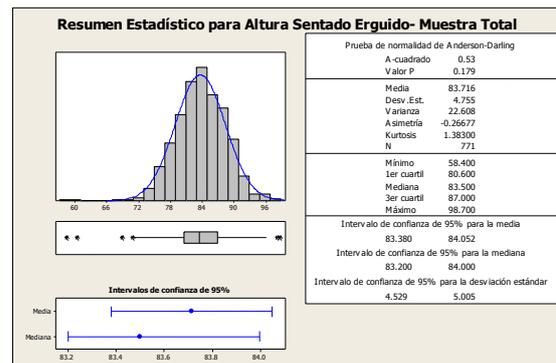
### 8. Longitud codo-codo



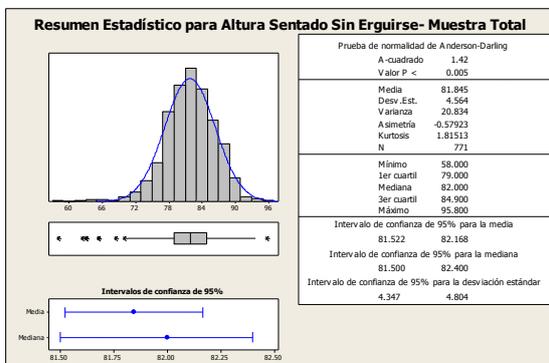
### 9. IMC



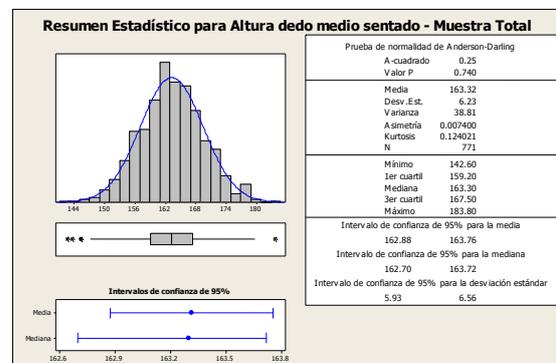
### 10. Altura sentado erguido



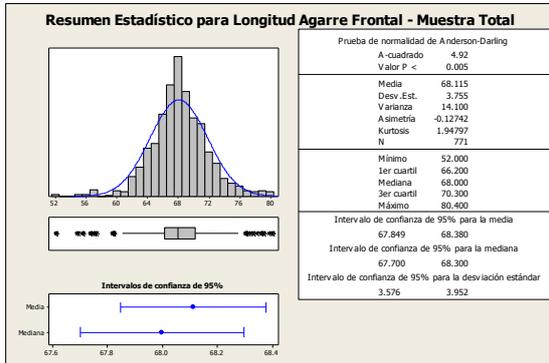
### 11. Altura sentado sin erguirse



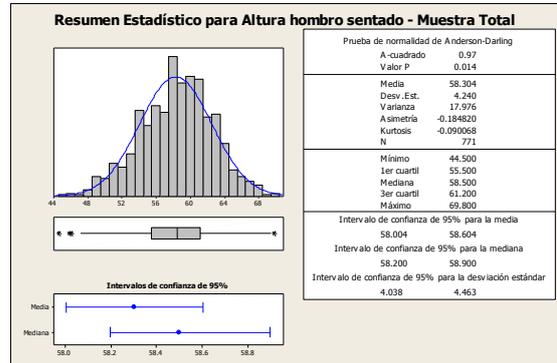
### 12. Altura dedo medio sentado



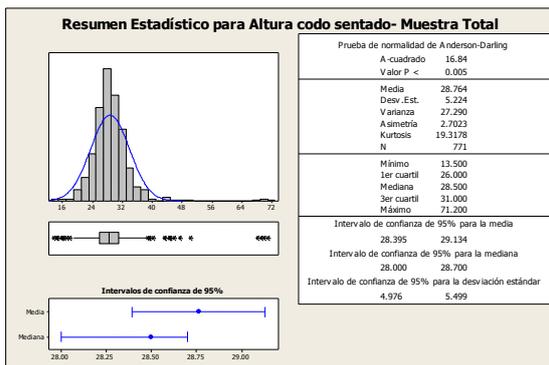
### 13. Longitud agarre frontal



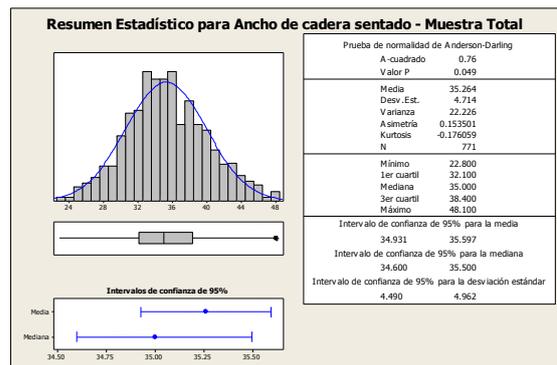
### 14. Altura hombro sentado



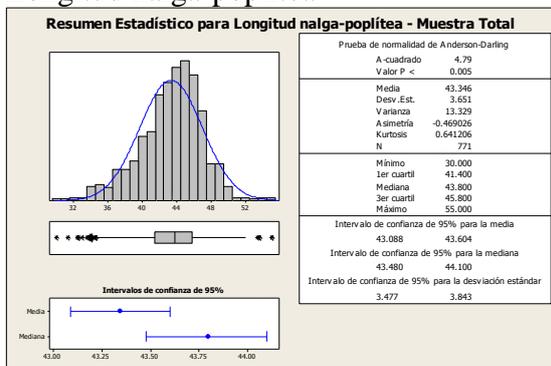
### 15. Altura codo sentado



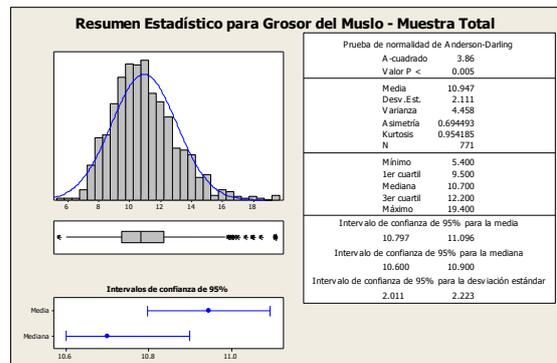
### 16. Ancho de cadera sentado



### 17. Longitud nalga-poplítea



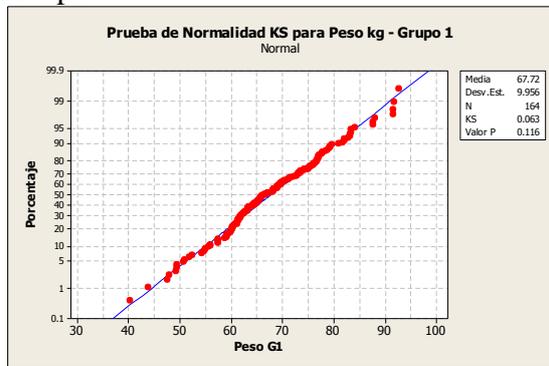
### 18. Grosor del muslo



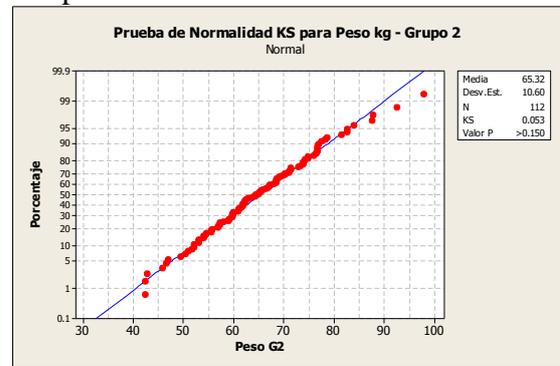
## 9.5 Anexo 6: Supuesto de normalidad para mujeres divididas en grupos

### 9.5.1 Gráficos Normalidad Peso Kg Mujeres

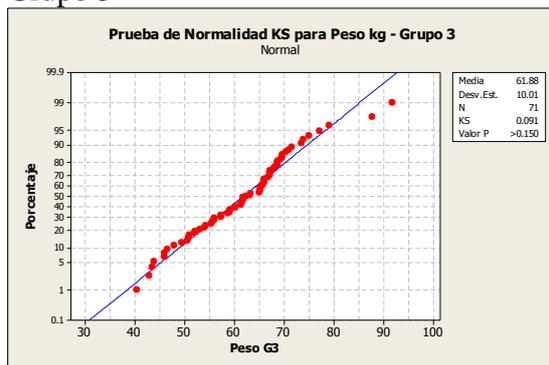
Grupo 1



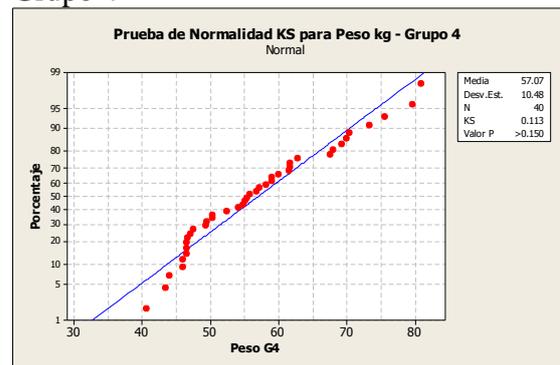
Grupo 2



Grupo 3

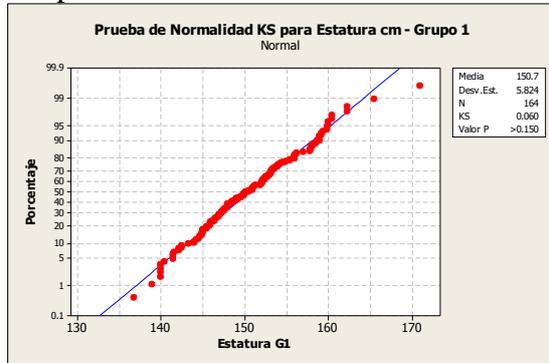


Grupo 4

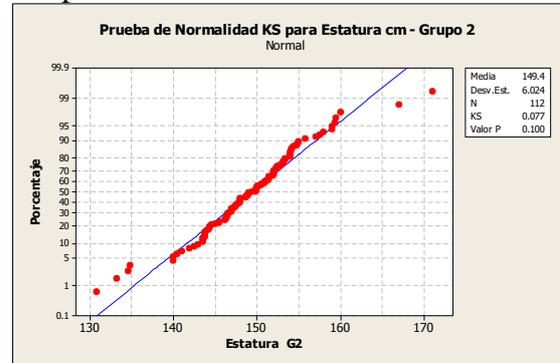


## 9.5.2 Gráficos Normalidad Estatura cm Mujeres

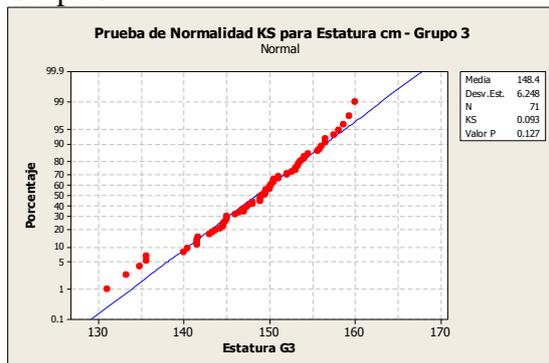
Grupo 1



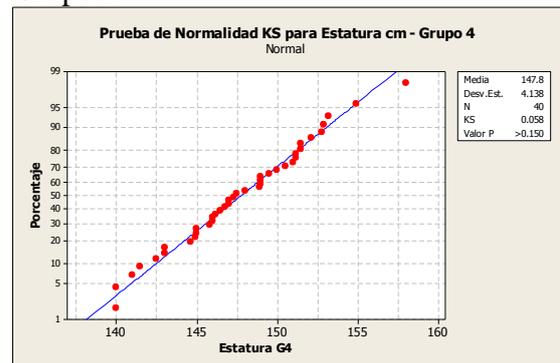
Grupo 2



Grupo 3

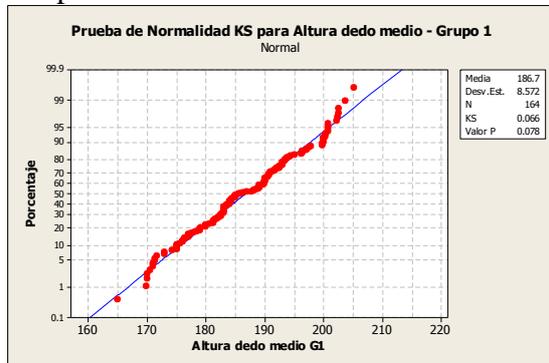


Grupo 4

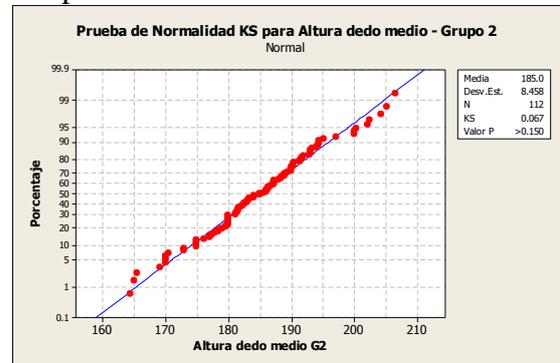


### 9.5.3 Gráficos Normalidad Altura dedo medio cm Mujeres

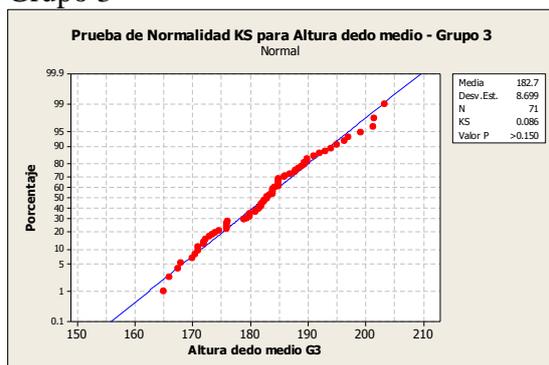
Grupo 1



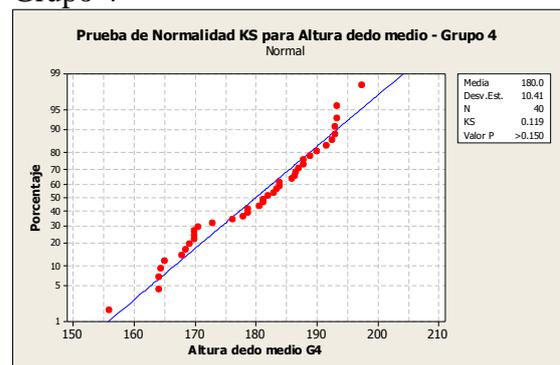
Grupo 2



Grupo 3

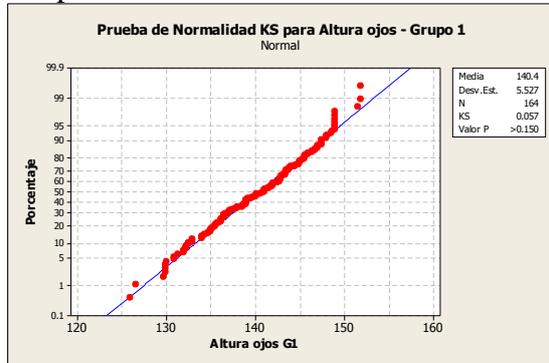


Grupo 4

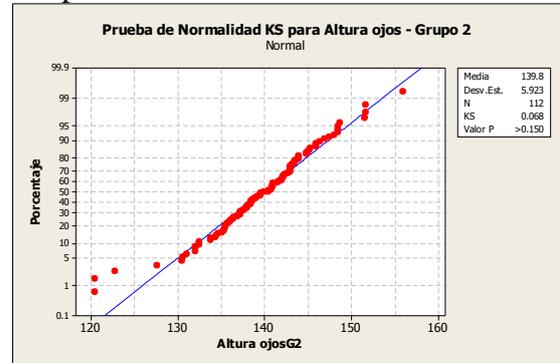


## 9.5.4 Gráficos Normalidad Altura ojos cm Mujeres

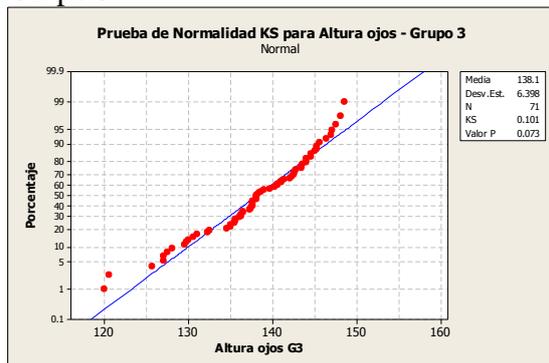
Grupo 1



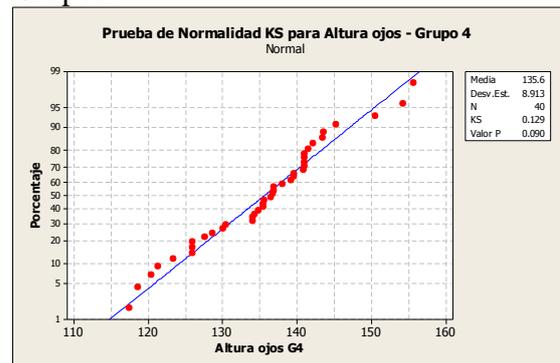
Grupo 2



Grupo 3

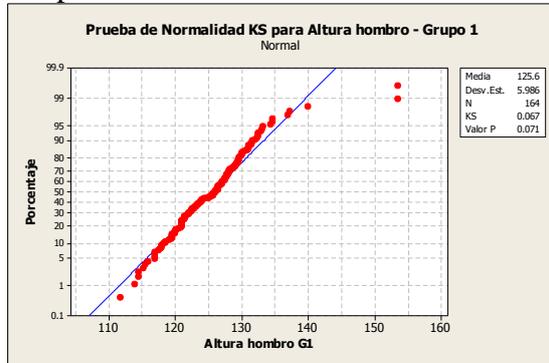


Grupo 4

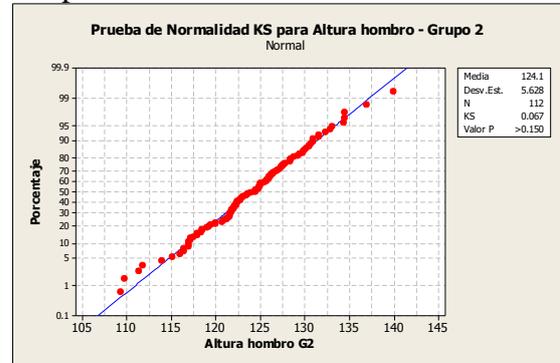


### 9.5.5 Gráficos Normalidad para Altura hombros cm Mujeres

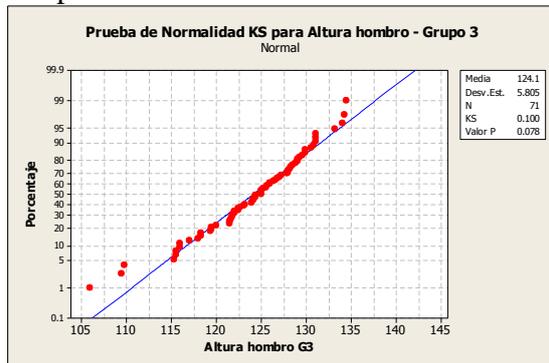
Grupo 1



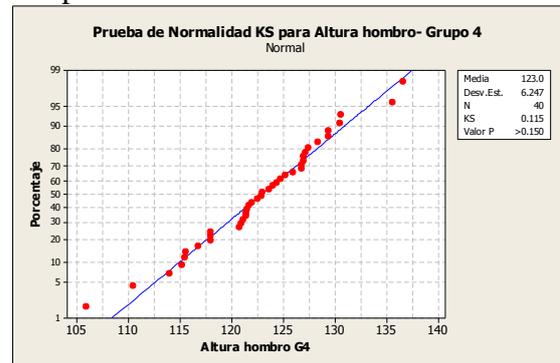
Grupo 2



Grupo 3

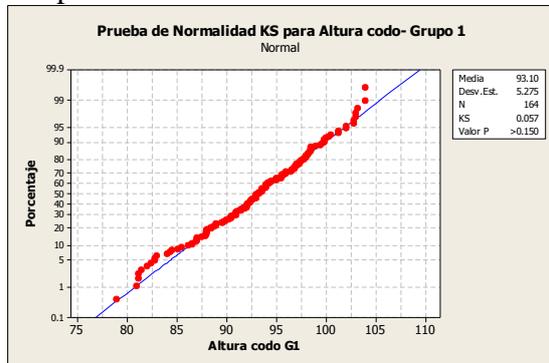


Grupo 4

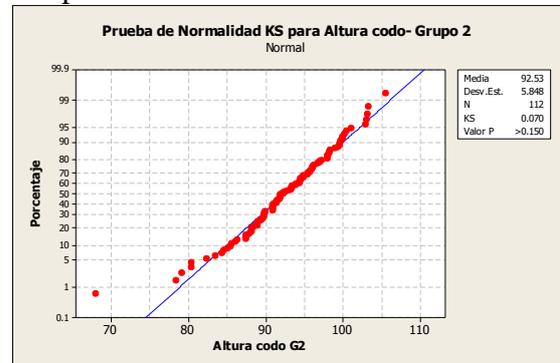


## 9.5.6 Gráficos Normalidad Altura codo cm Mujeres

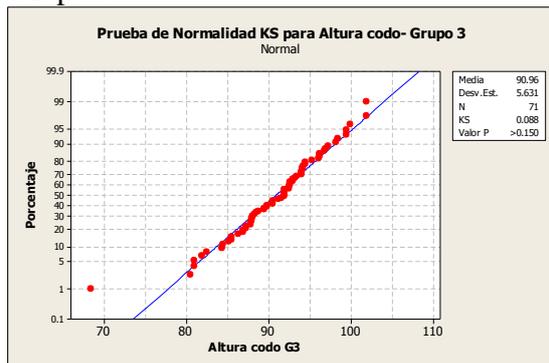
Grupo 1



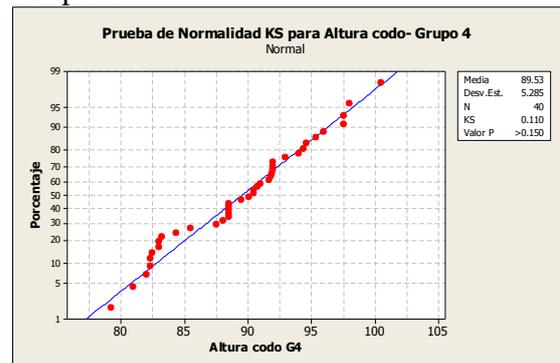
Grupo 2



Grupo 3

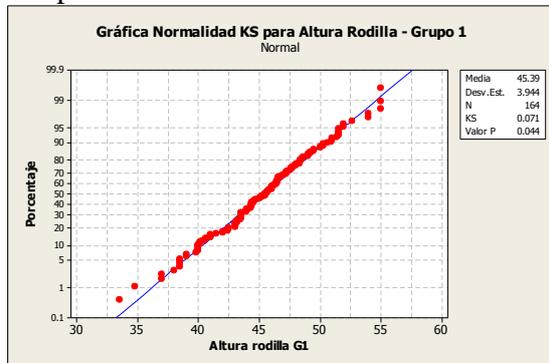


Grupo 4

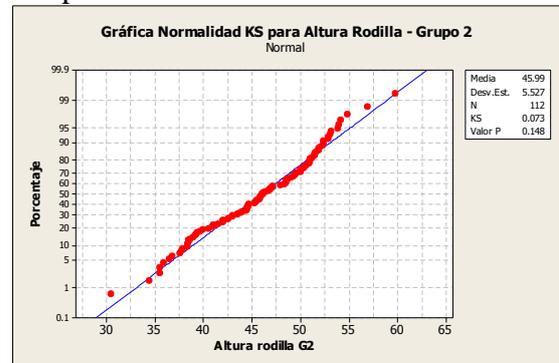


## 9.5.7 Gráficos Normalidad Altura Rodilla cm Mujeres

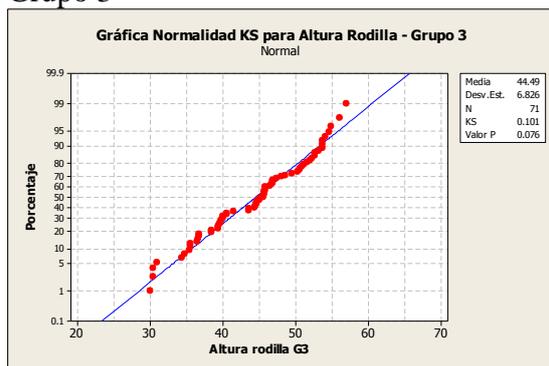
Grupo 1



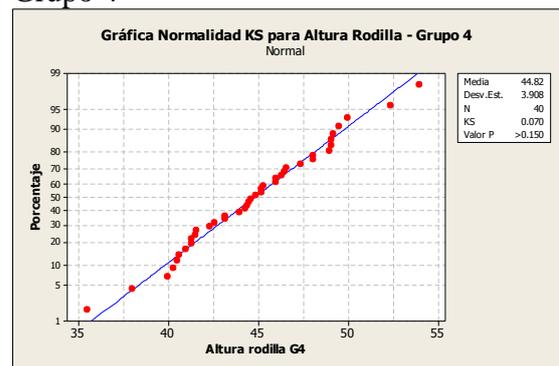
Grupo 2



Grupo 3

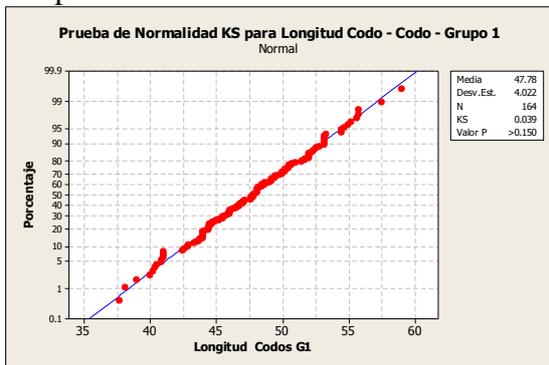


Grupo 4

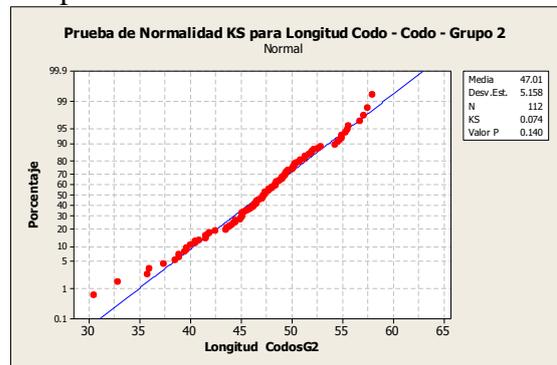


### 9.5.8 Gráficos Normalidad Longitud codo - codo cm Mujeres

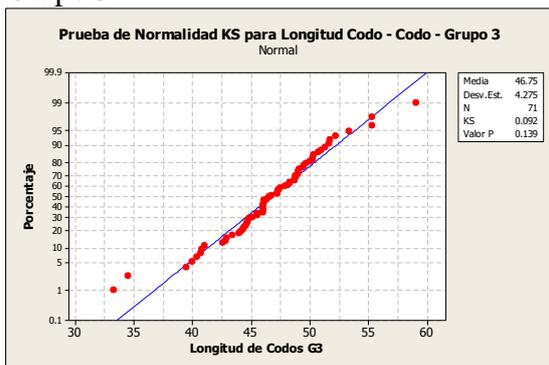
Grupo 1



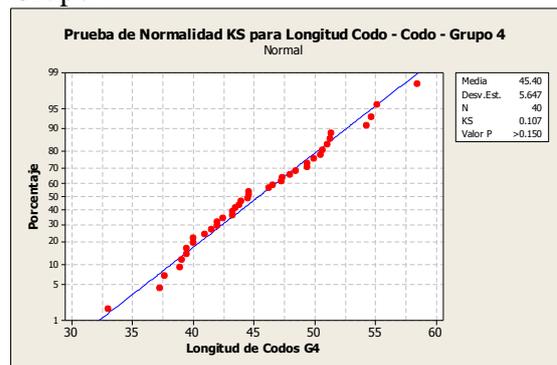
Grupo 2



Grupo 3

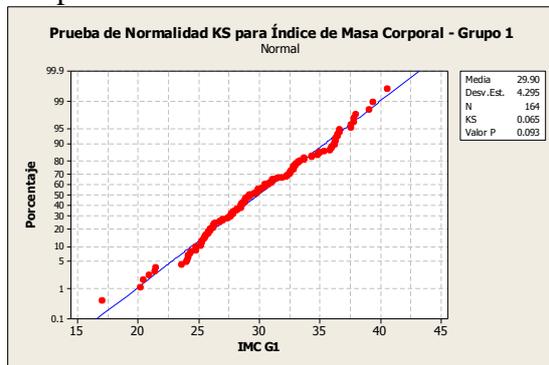


Grupo 4

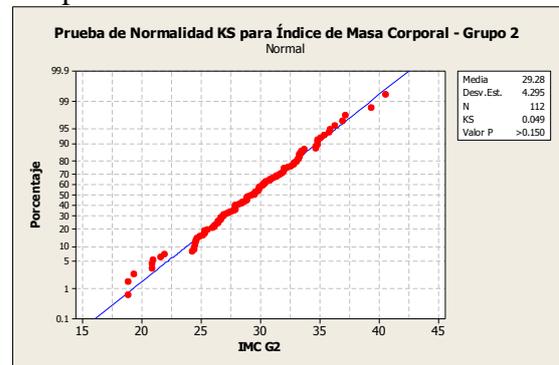


## 9.5.9 Gráficos Normalidad IMC kg/cm<sup>2</sup> Mujeres

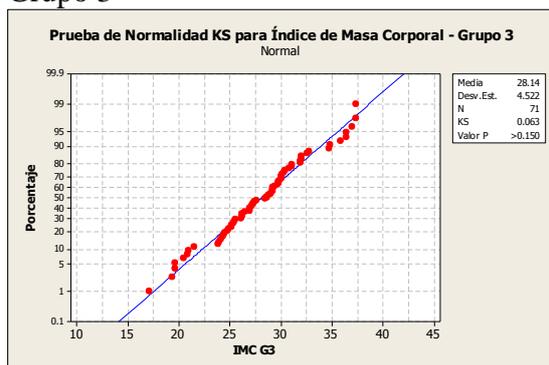
### Grupo 1



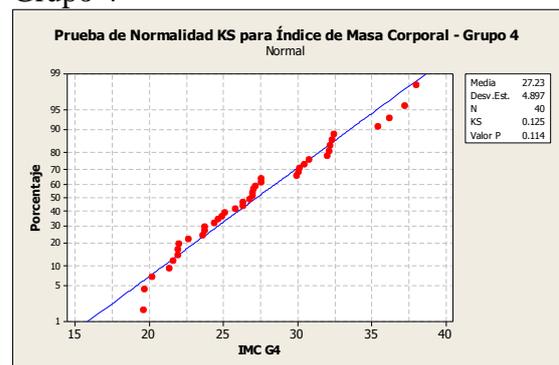
### Grupo 2



### Grupo 3

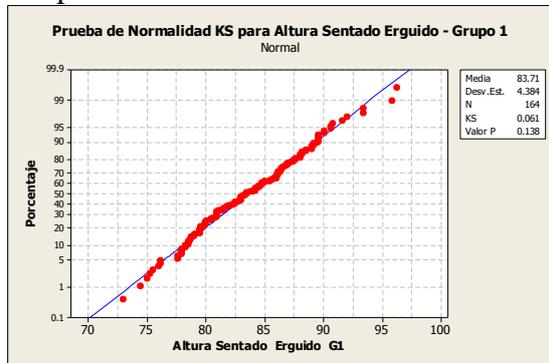


### Grupo 4

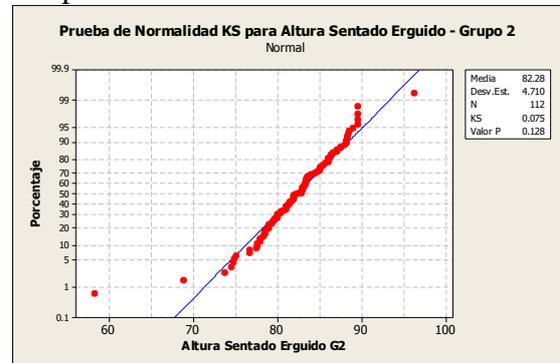


## 9.5.10 Gráficos Normalidad Altura Sentado Erguido cm Mujeres

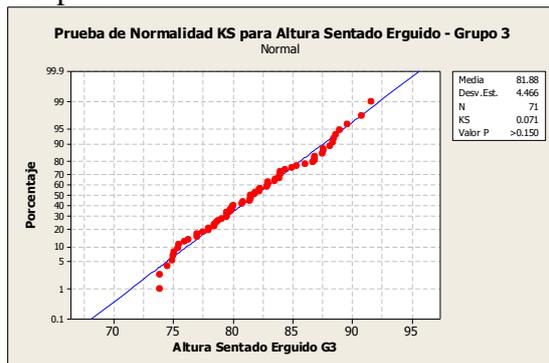
### Grupo 1



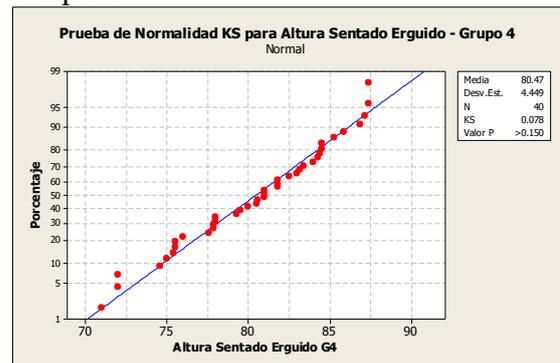
### Grupo 2



### Grupo 3

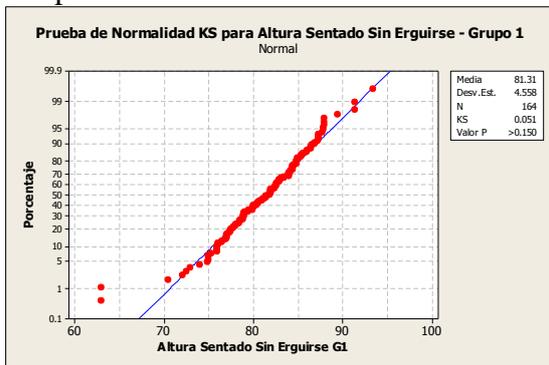


### Grupo 4

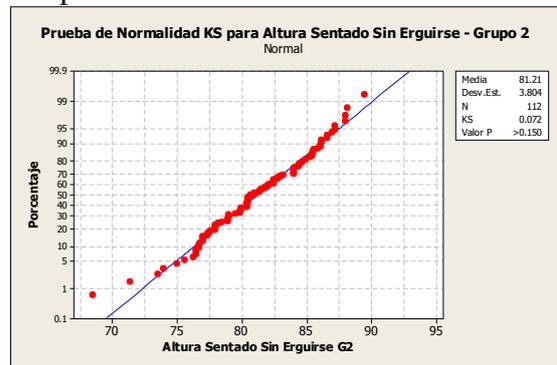


### 9.5.11 Gráficos Normalidad Sentado Sin Erguirse cm Mujeres

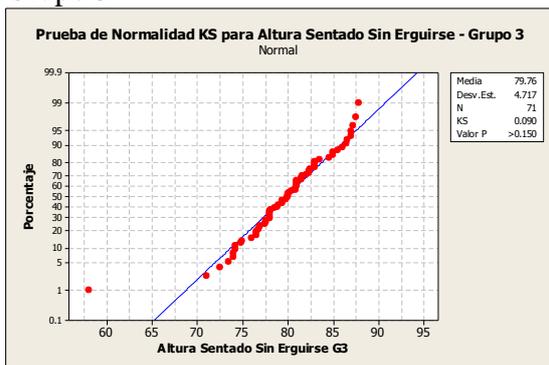
Grupo 1



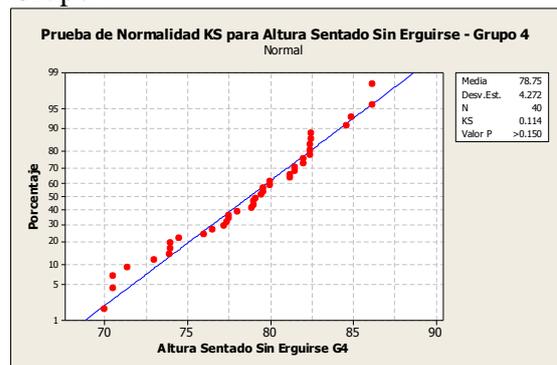
Grupo 2



Grupo 3

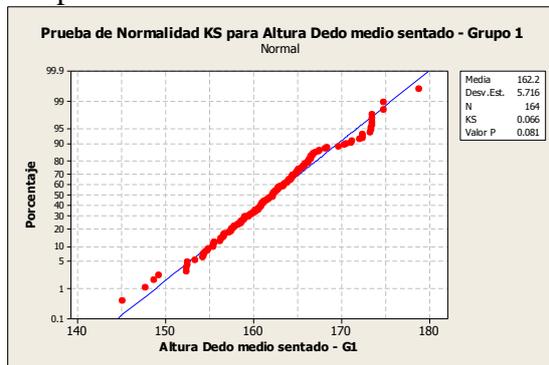


Grupo 4

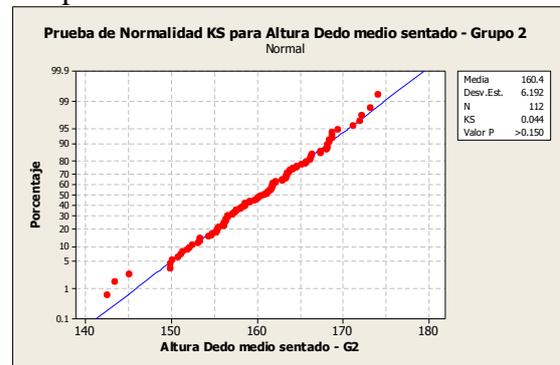


## 9.5.12 Gráficos Normalidad Altura dedo medio sentado cm Mujeres

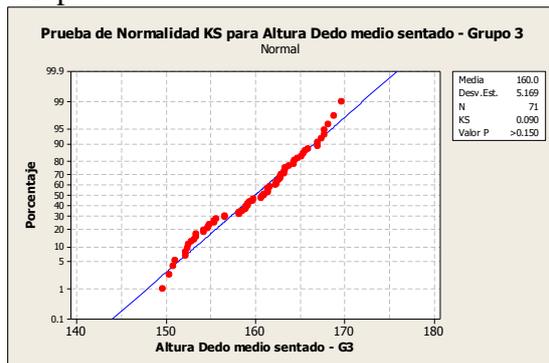
### Grupo 1



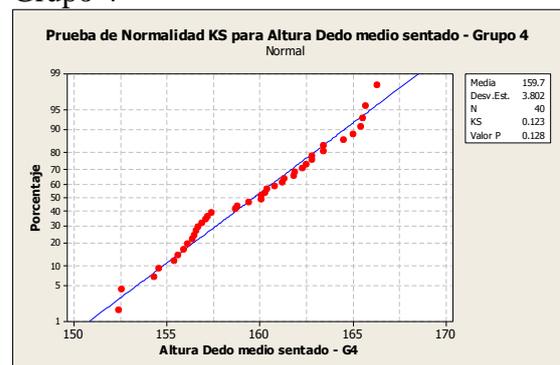
### Grupo 2



### Grupo 3

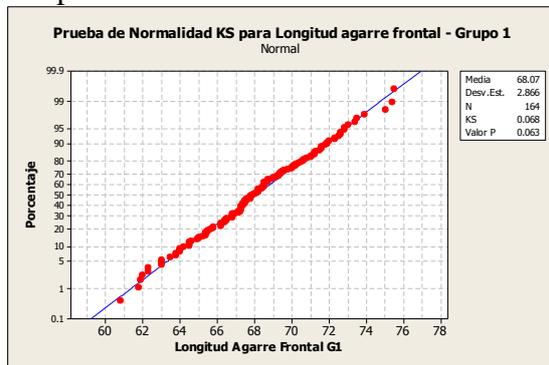


### Grupo 4

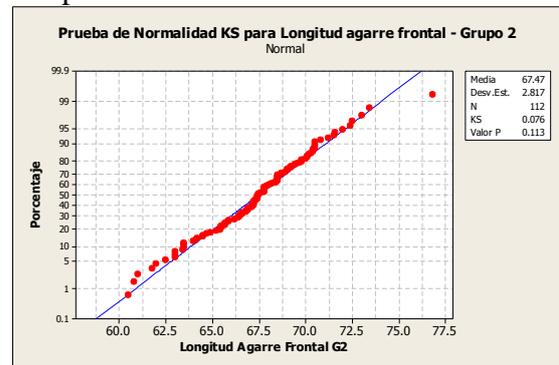


### 9.5.13 Gráficos Normalidad Longitud Agarre Frontal cm Mujeres

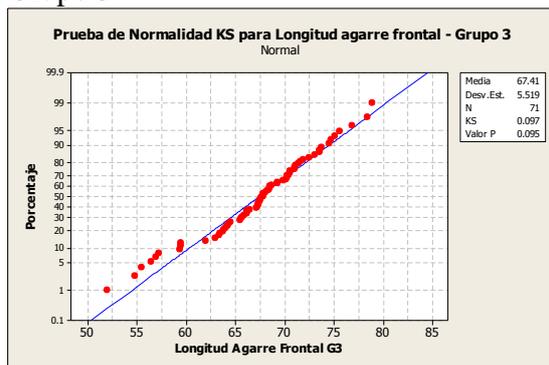
Grupo 1



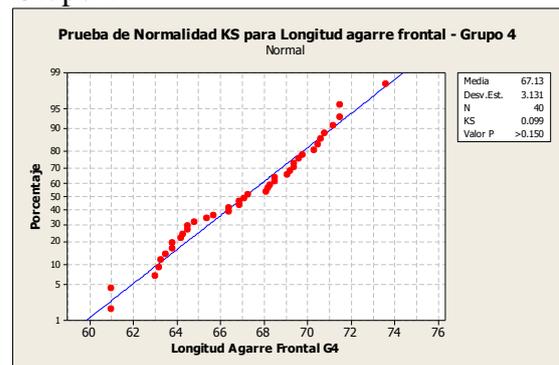
Grupo 2



Grupo 3

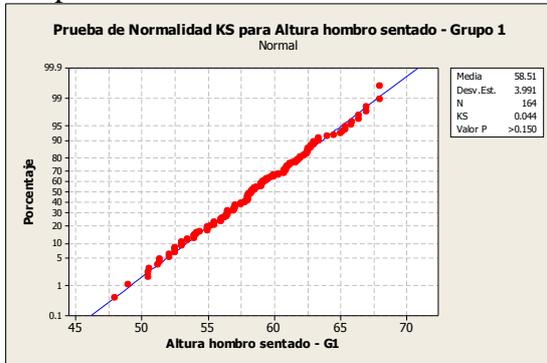


Grupo 4

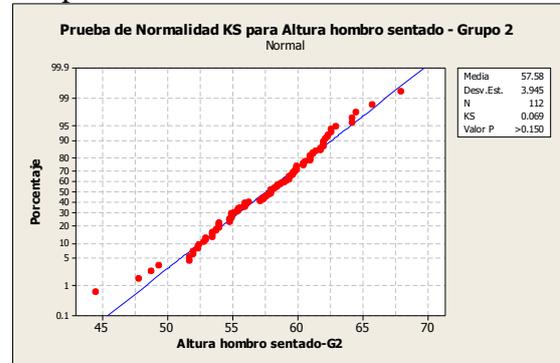


## 9.5.14 Gráficos Normalidad Altura hombro sentado cm Mujeres

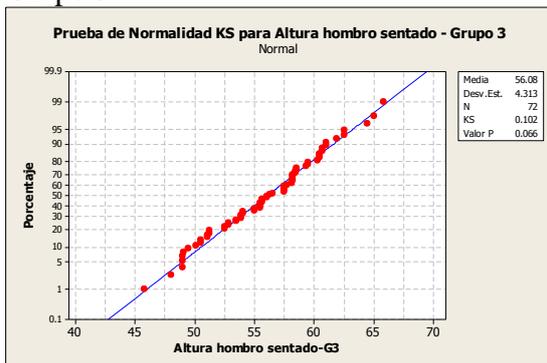
Grupo 1



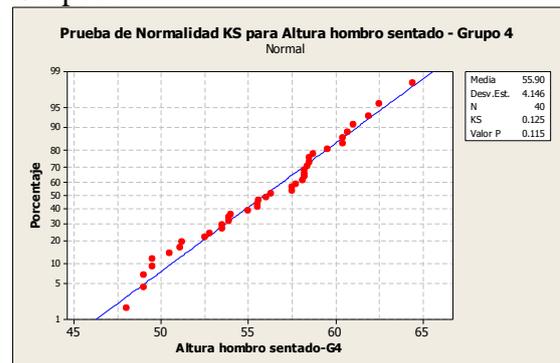
Grupo 2



Grupo 3

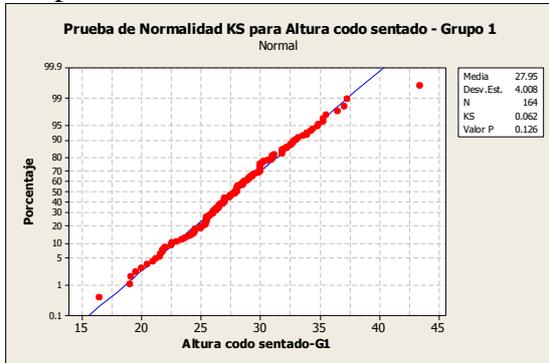


Grupo 4

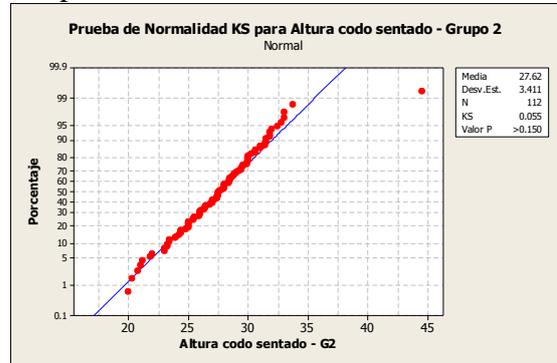


### 9.5.15 Gráficos Normalidad Altura codo sentado cm Mujeres

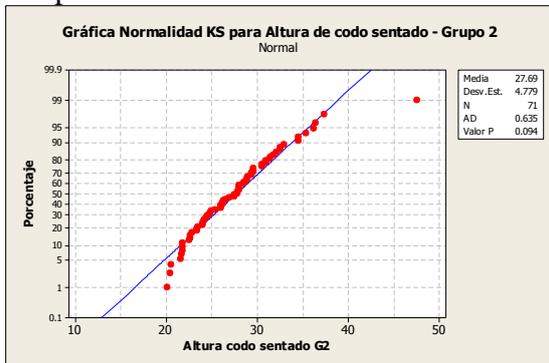
Grupo 1



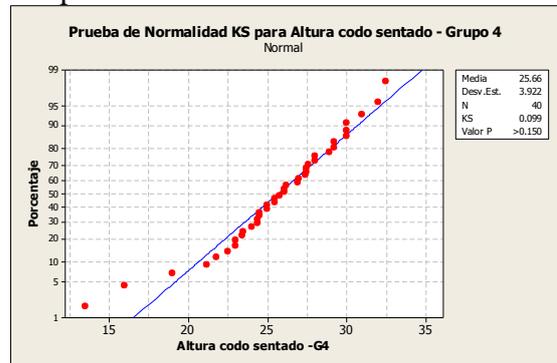
Grupo 2



Grupo 3

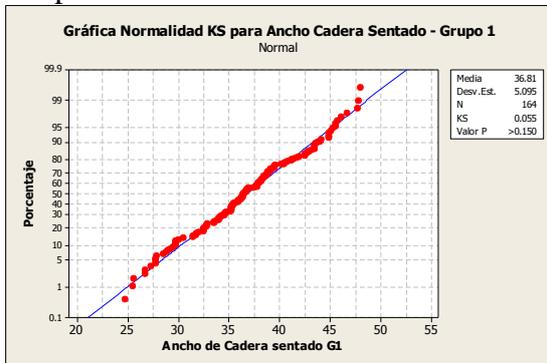


Grupo 4

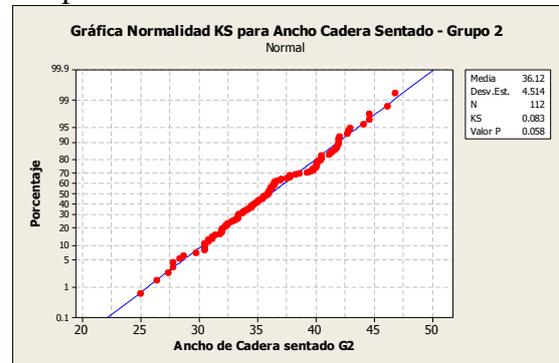


## 9.5.16 Gráficos de Normalidad Altura Ancho de Cadera cm Mujeres

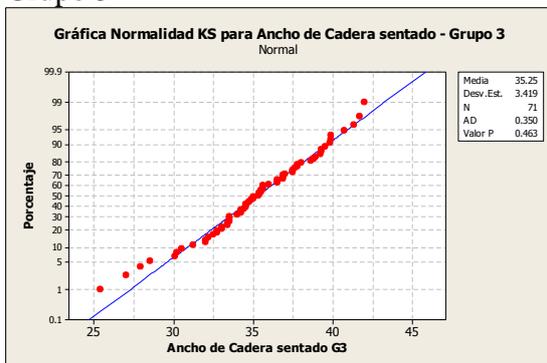
### Grupo 1



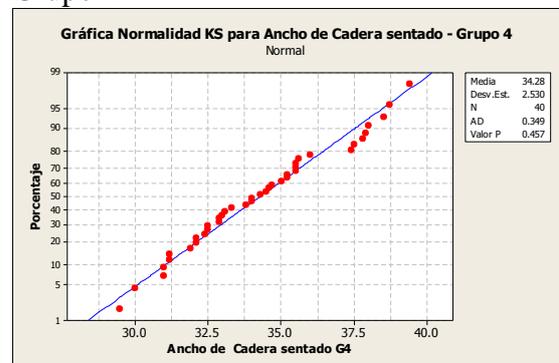
### Grupo 2



### Grupo 3

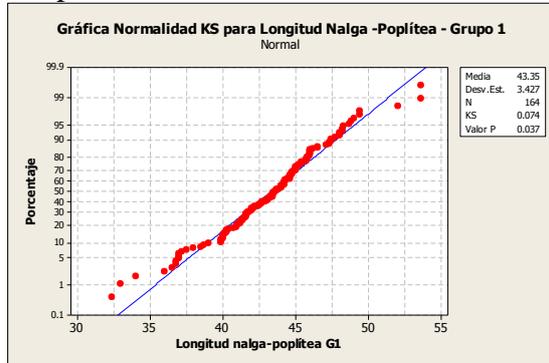


### Grupo 4

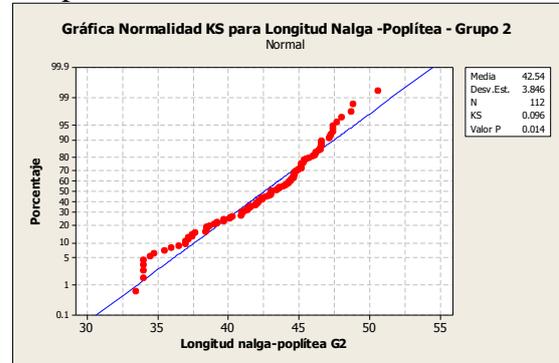


### 9.5.17 Gráficos de Normalidad Longitud Nalga – Poplítea cm Mujeres

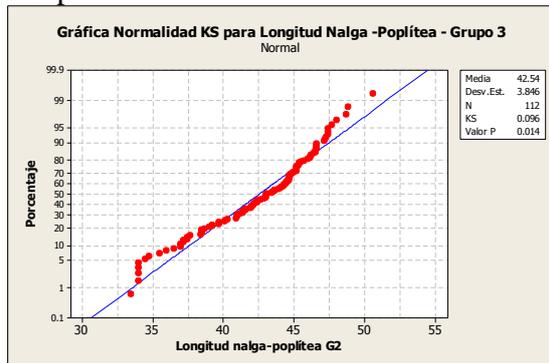
Grupo 1



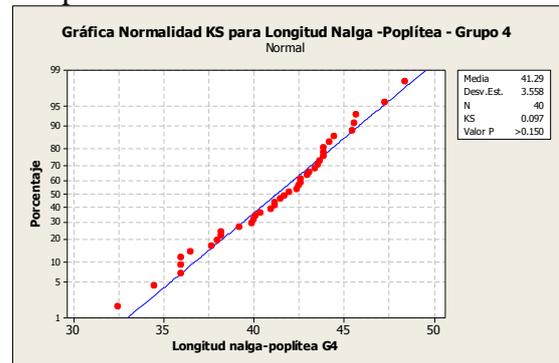
Grupo 2



Grupo 3

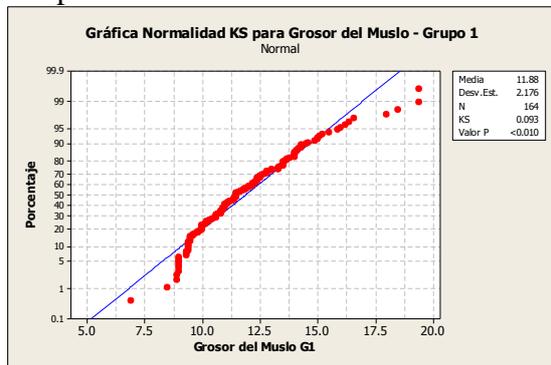


Grupo 4

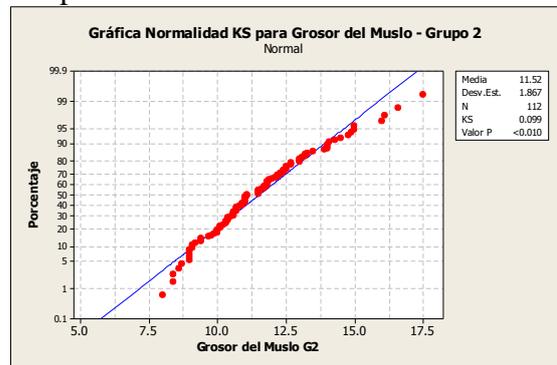


### 9.5.18 Gráficas de Normalidad Grosor del Muslo cm Mujeres

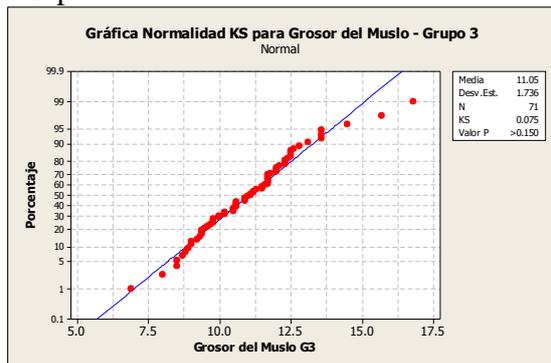
Grupo 1



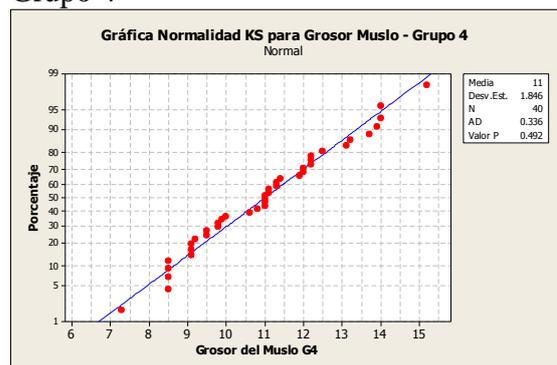
Grupo 2



Grupo 3

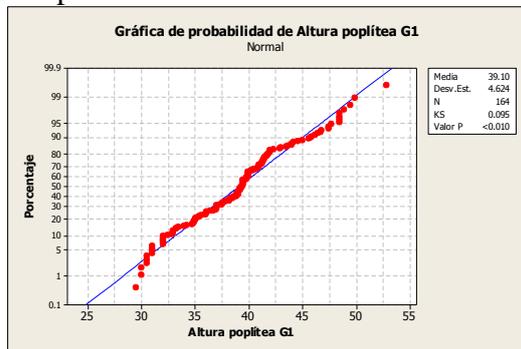


Grupo 4

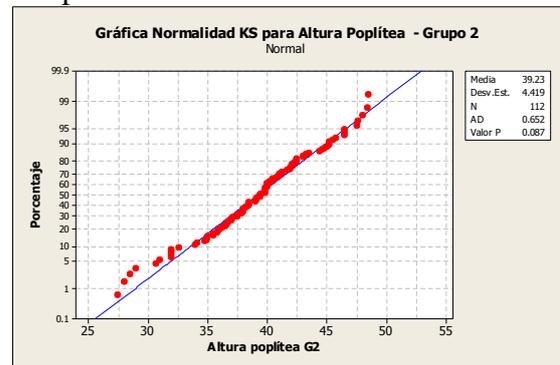


## 9.5.19 Gráficas de Normalidad Altura Poplítea cm Mujeres

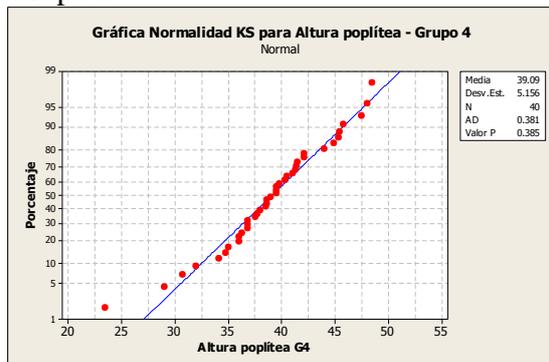
### Grupo 1



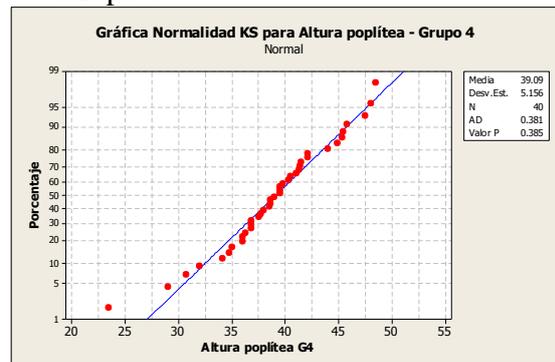
### Grupo 2



### Grupo 3



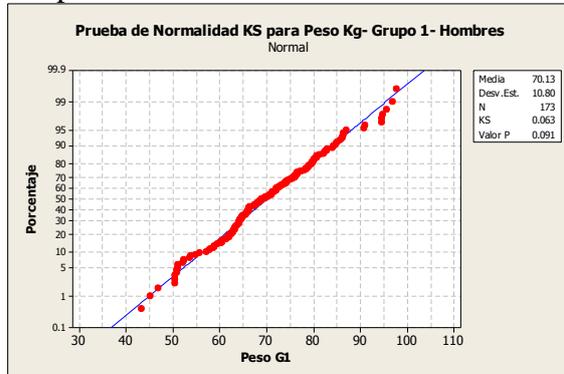
### Grupo 4



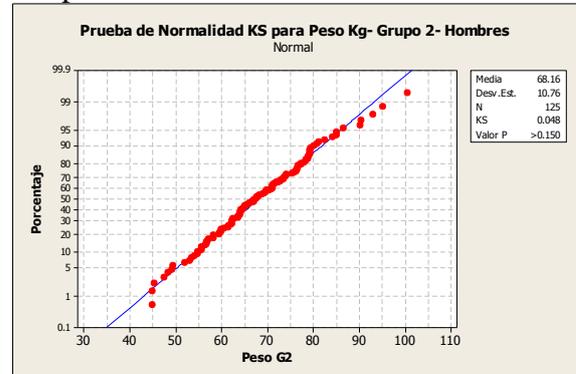
## 9.6 Anexo 7: Supuesto de normalidad para hombres divididos en grupos

### 9.6.1 Gráficos Normalidad Peso Kg Hombres

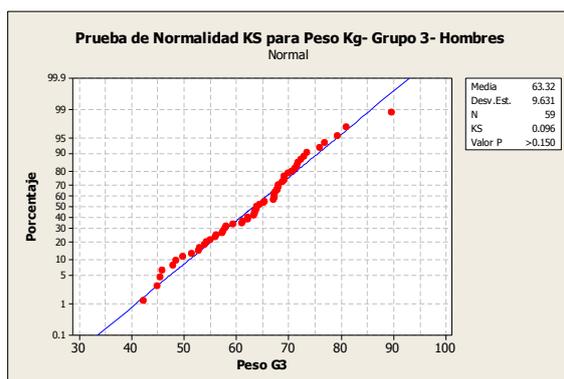
Grupo 1



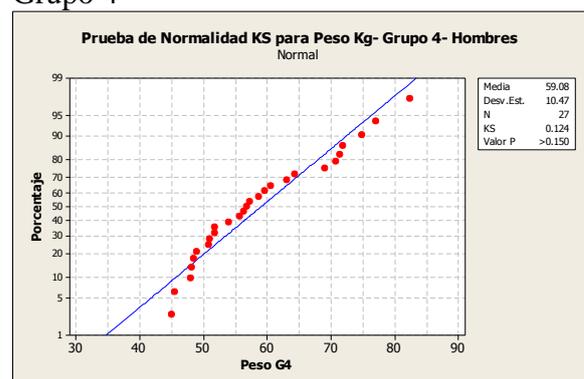
Grupo 2



Grupo 3

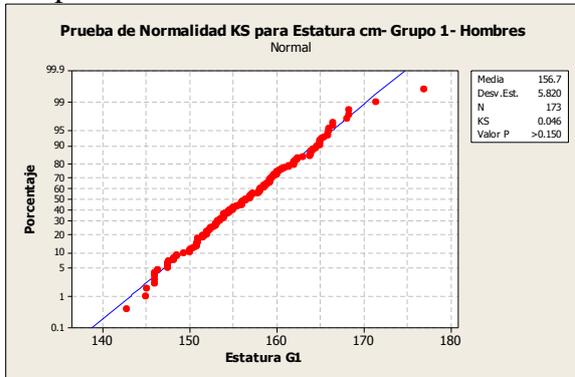


Grupo 4

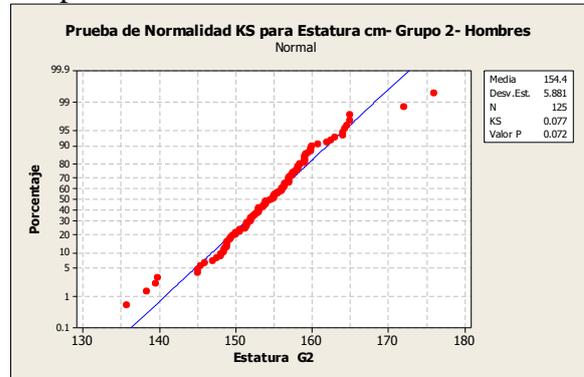


## 9.6.2 Gráficos Normalidad Estatura cm Hombre

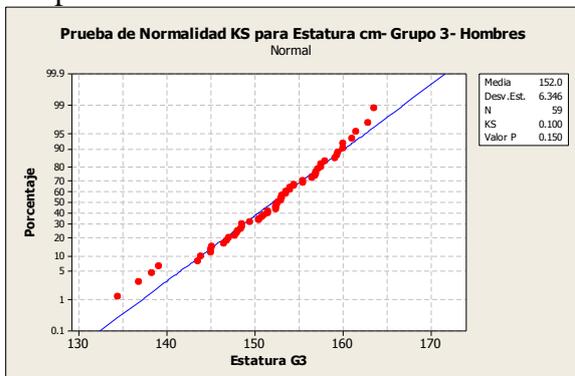
### Grupo 1



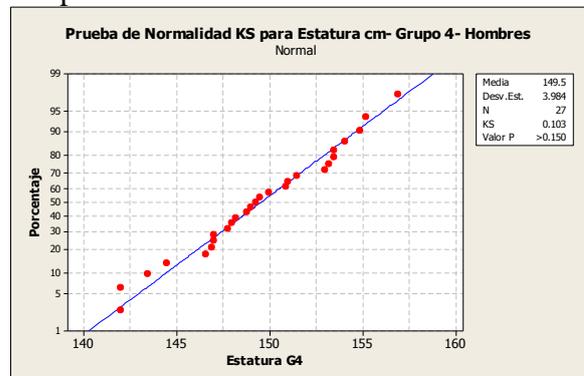
### Grupo 2



### Grupo 3

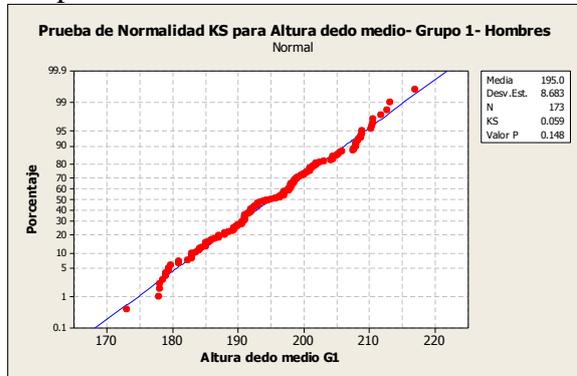


### Grupo 4

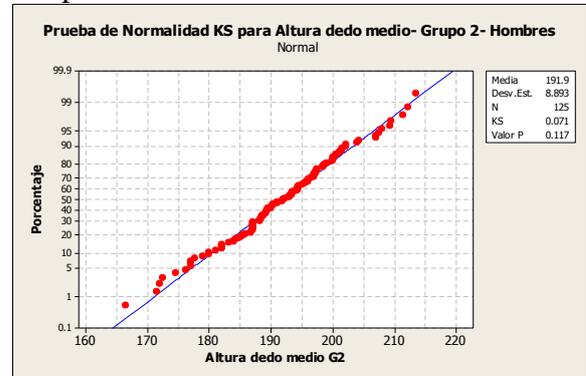


### 9.6.3 Gráficos Normalidad Altura dedo medio cm Hombres

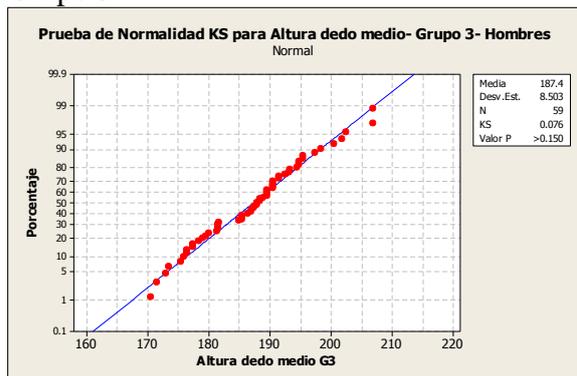
Grupo 1



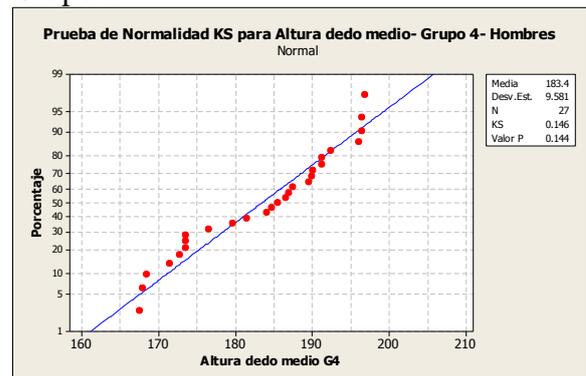
Grupo 2



Grupo 3

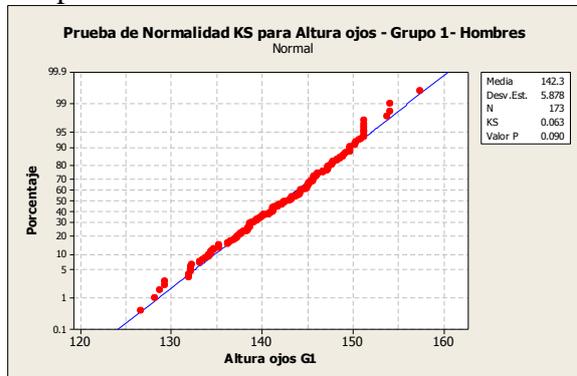


Grupo 4

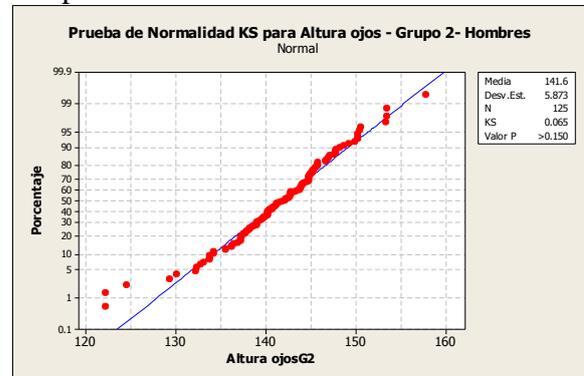


## 9.6.4 Gráficos Normalidad Altura ojos cm Hombres

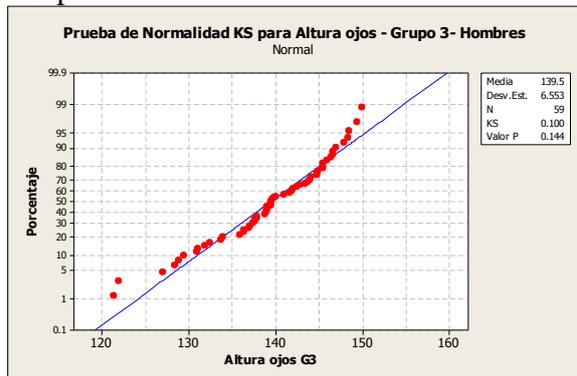
### Grupo 1



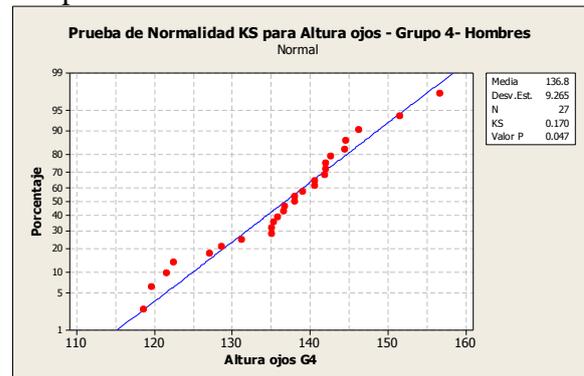
### Grupo 2



### Grupo 3

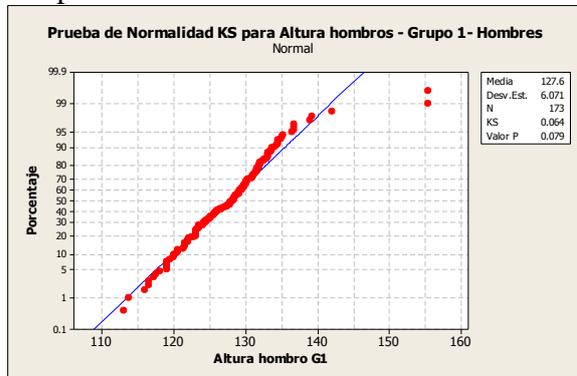


### Grupo 4

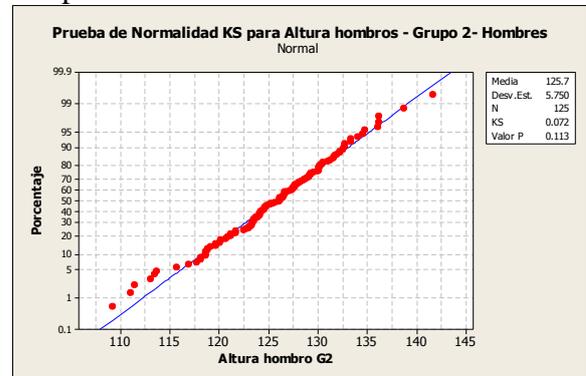


## 9.6.5 Gráficos Normalidad Altura hombros cm Hombres

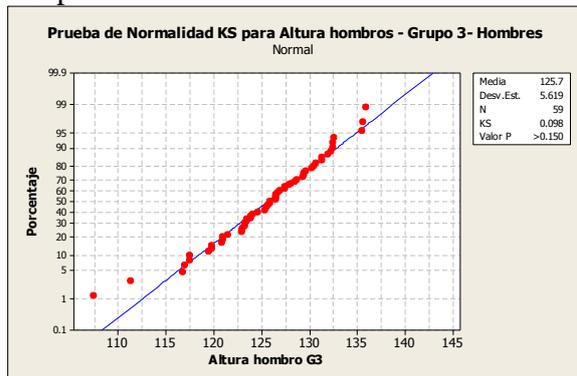
### Grupo 1



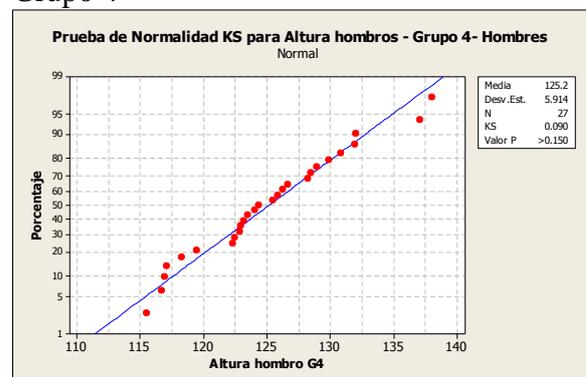
### Grupo 2



### Grupo 3

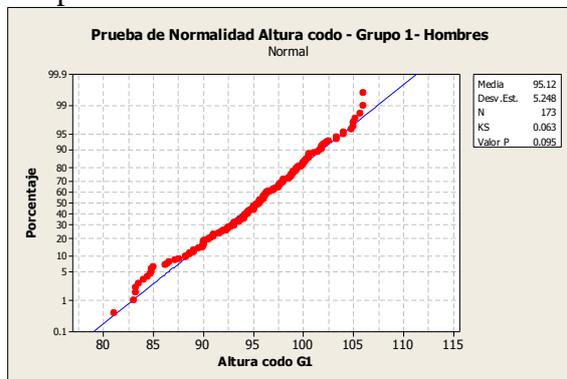


### Grupo 4

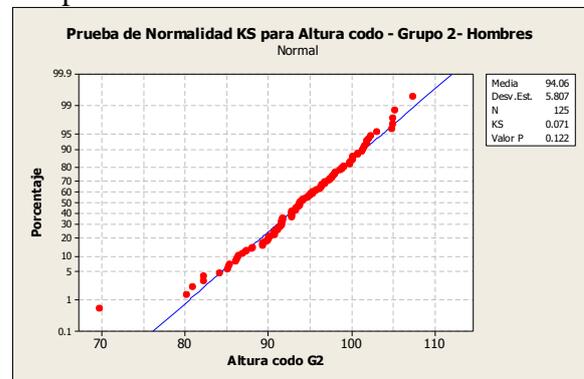


## 9.6.6 Gráficos Normalidad Altura codo cm Hombres

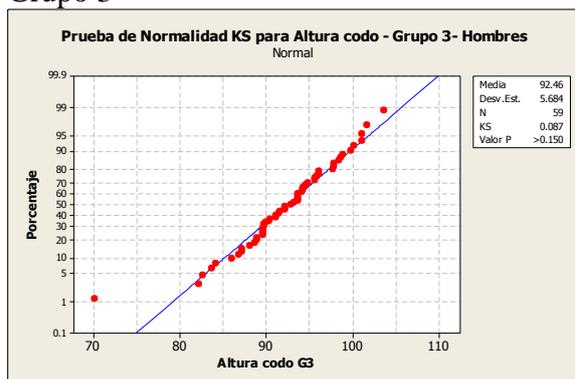
### Grupo 1



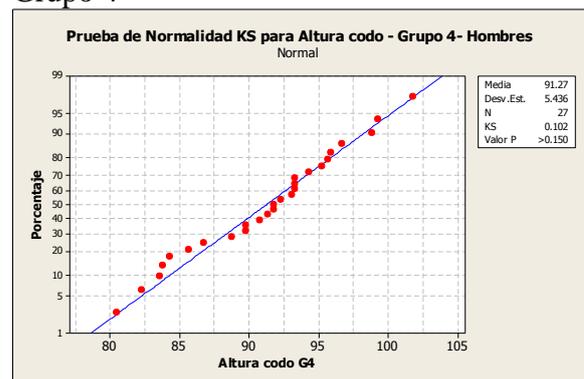
### Grupo 2



### Grupo 3

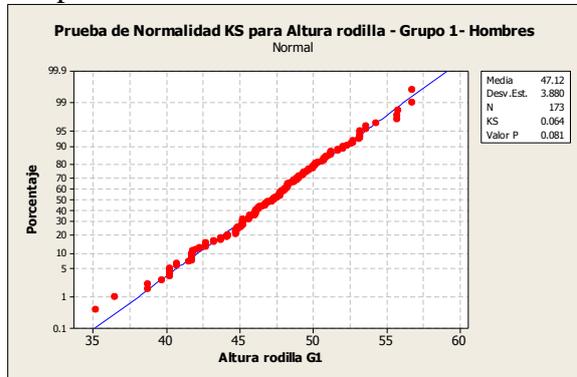


### Grupo 4

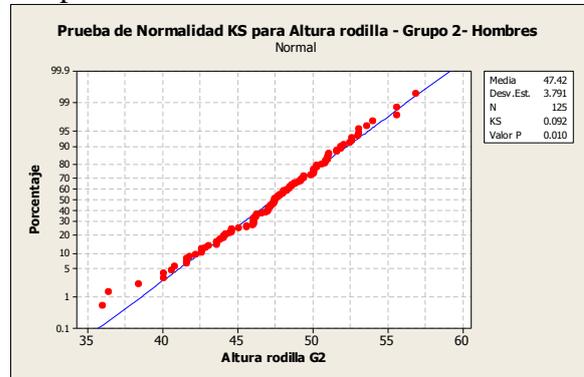


### 9.6.7 Gráficos Normalidad Altura rodilla cm Hombres

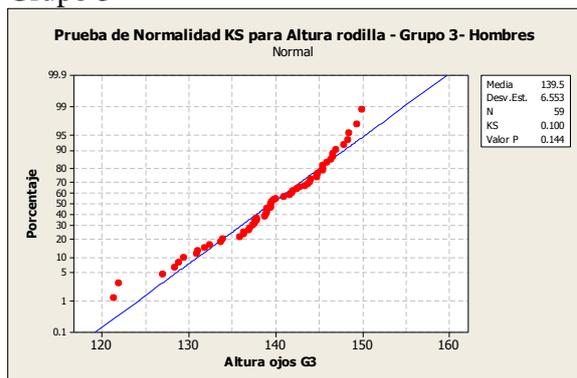
Grupo 1



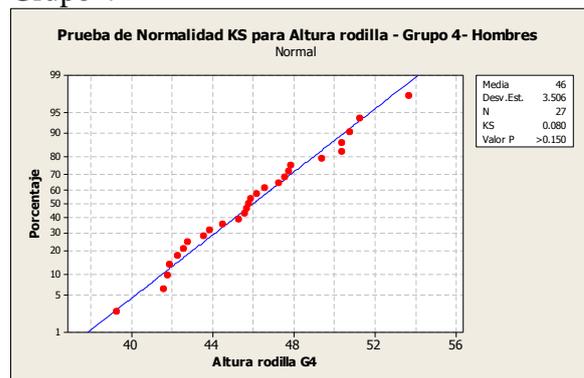
Grupo 2



Grupo 3

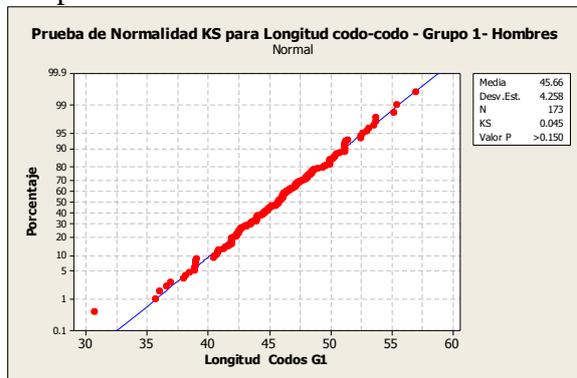


Grupo 4

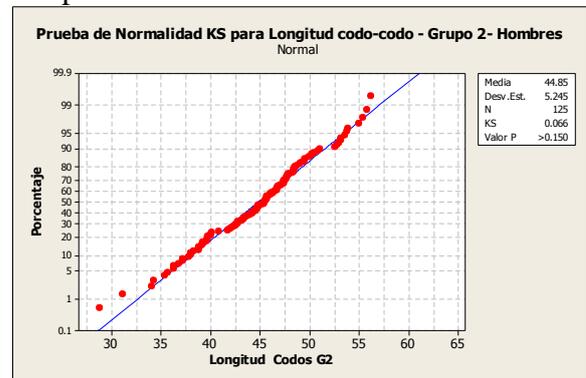


## 9.6.8 Gráficos Normalidad Longitud codo-codo cm Hombres

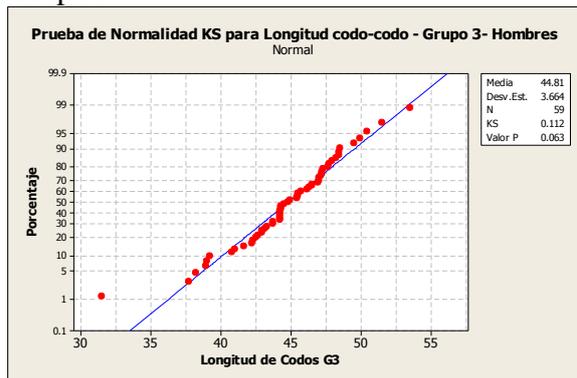
### Grupo 1



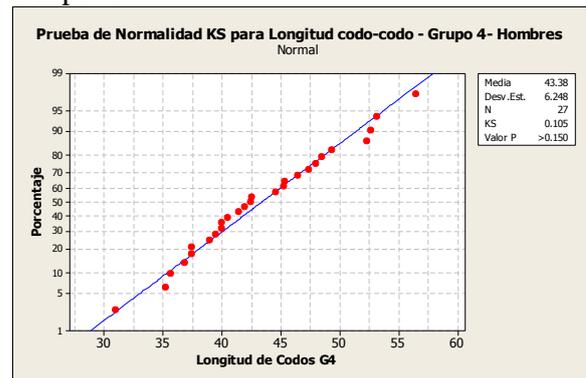
### Grupo 2



### Grupo 3

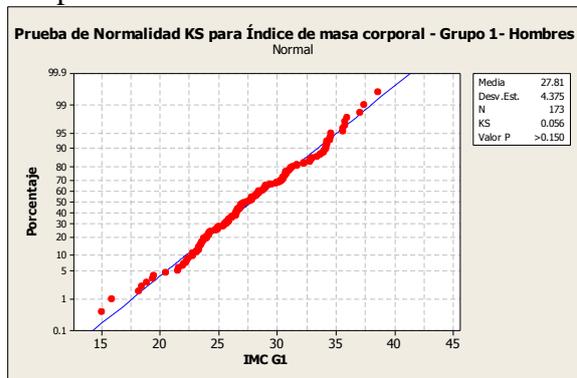


### Grupo 4

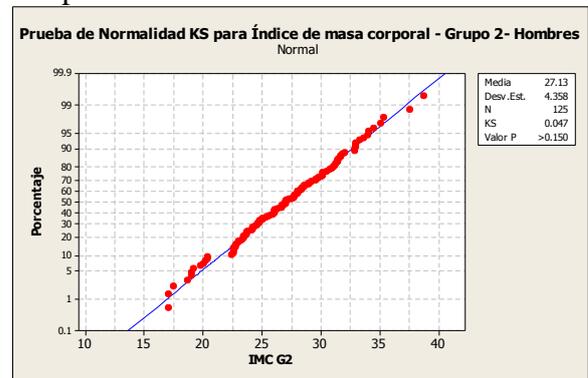


## 9.6.9 Gráficos Normalidad IMC kg/cm Hombres

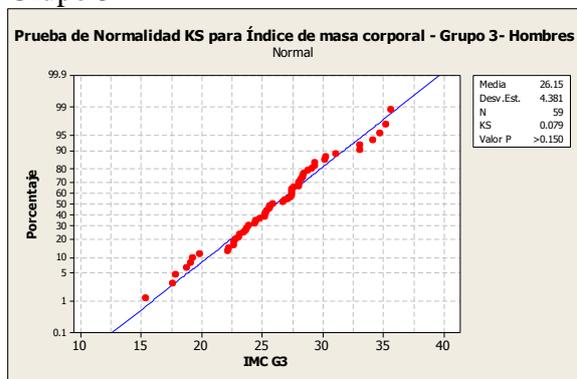
### Grupo 1



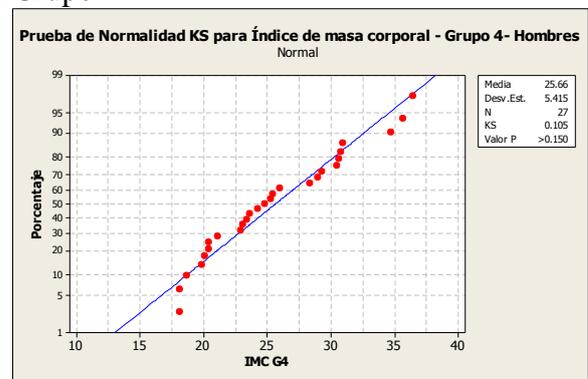
### Grupo 2



### Grupo 3

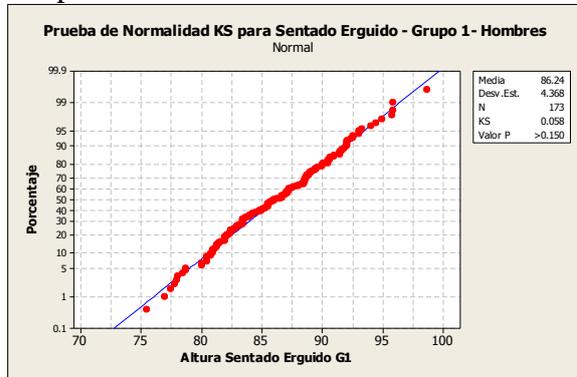


### Grupo 4

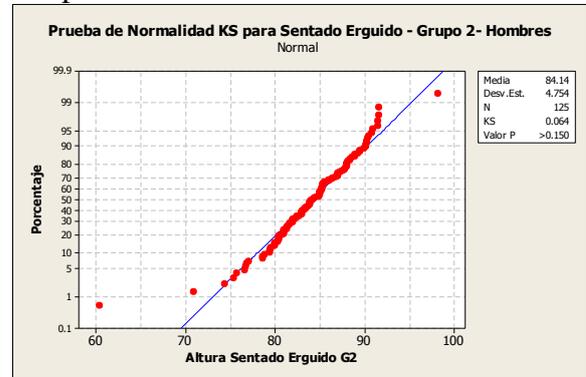


### 9.6.10 Gráficos Normalidad Sentado erguido cm Hombres

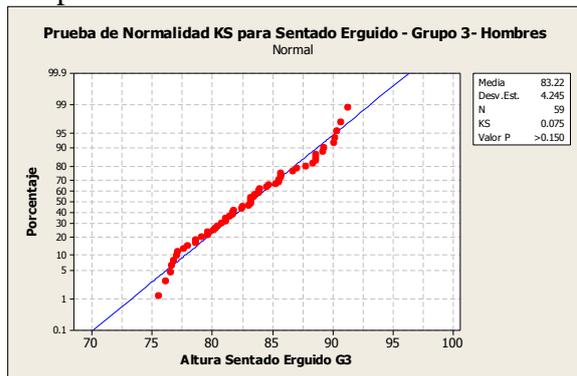
Grupo 1



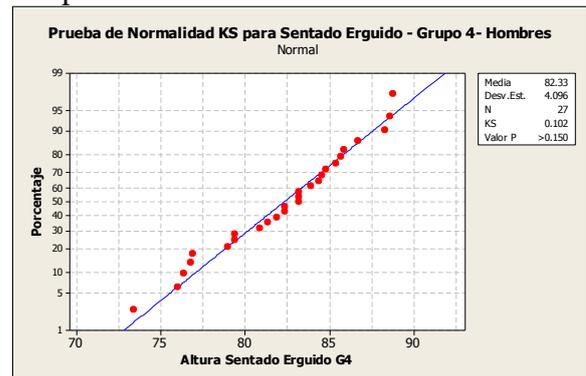
Grupo 2



Grupo 3

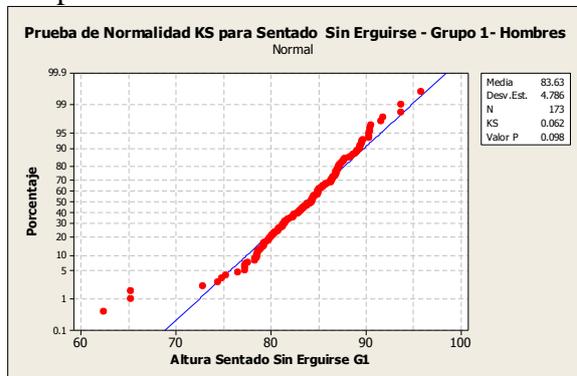


Grupo 4

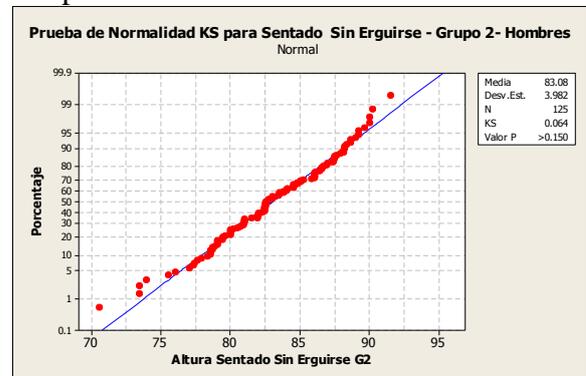


## 9.6.11 Gráficos Normalidad Sentado sin erguirse cm Hombres

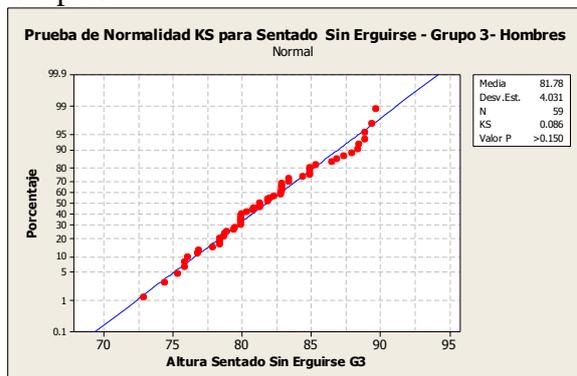
### Grupo 1



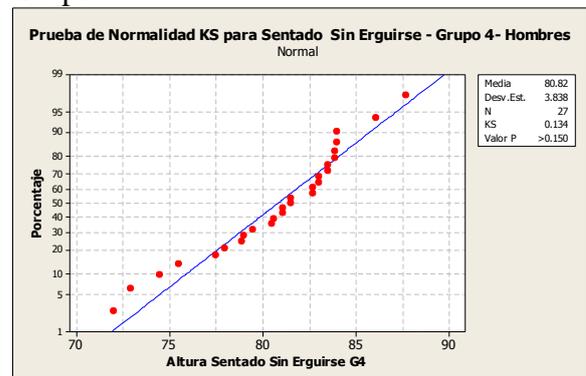
### Grupo 2



### Grupo 3

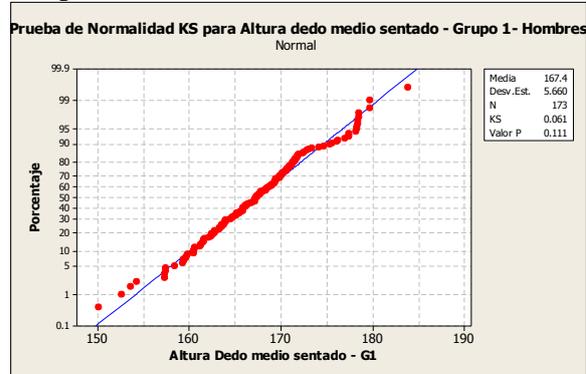


### Grupo 4

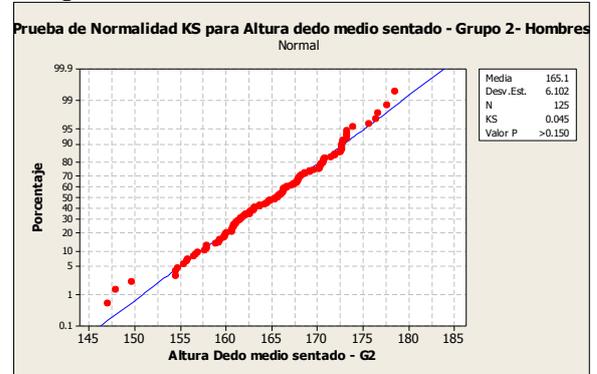


### 9.6.12 Gráficos Normalidad Altura dedo medio sentado cm Hombres

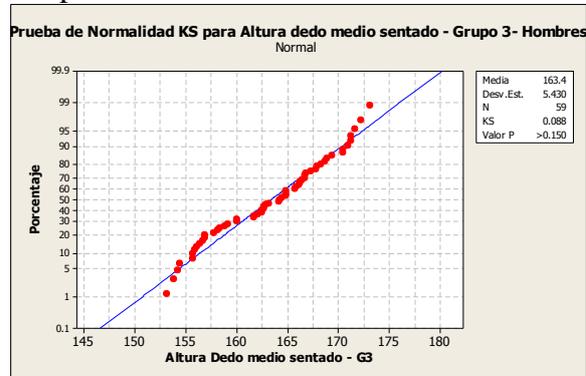
Grupo 1



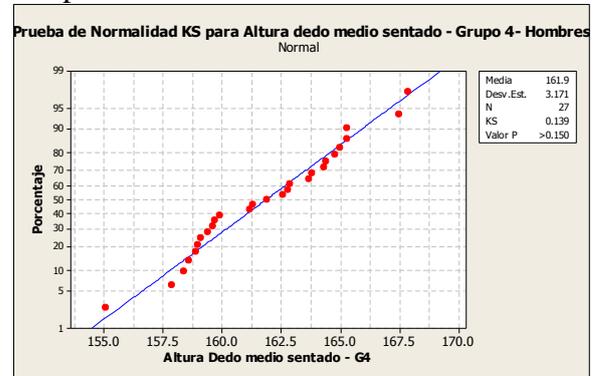
Grupo 2



Grupo 3

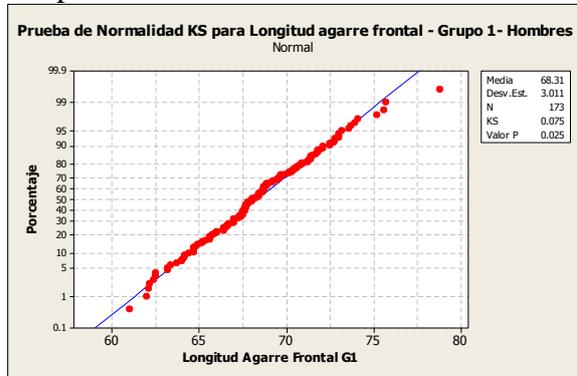


Grupo 4

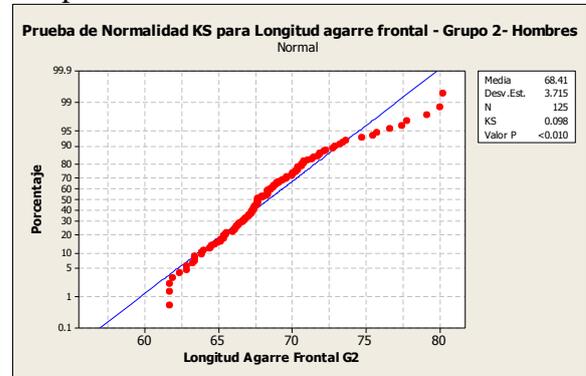


### 9.6.13 Gráficos Normalidad Longitud agarre frontal cm Hombres

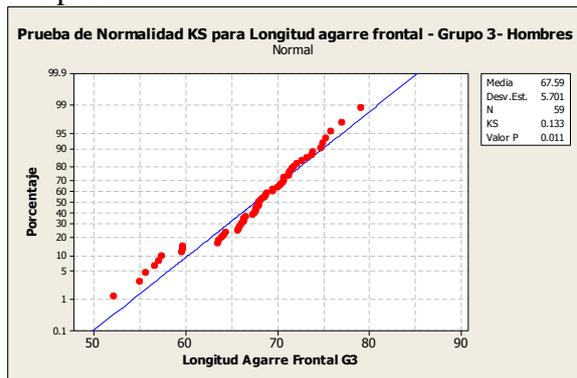
Grupo 1



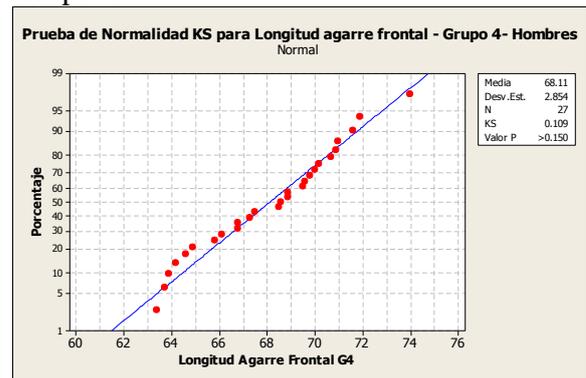
Grupo 2



Grupo 3

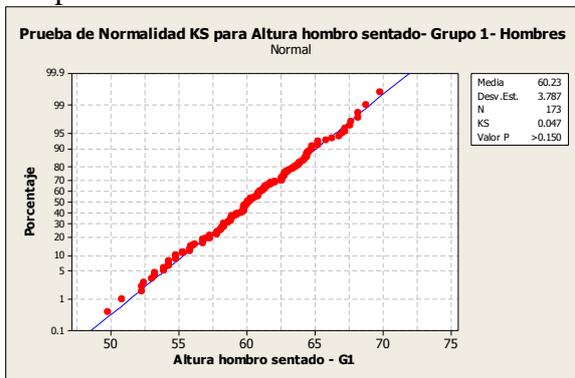


Grupo 4

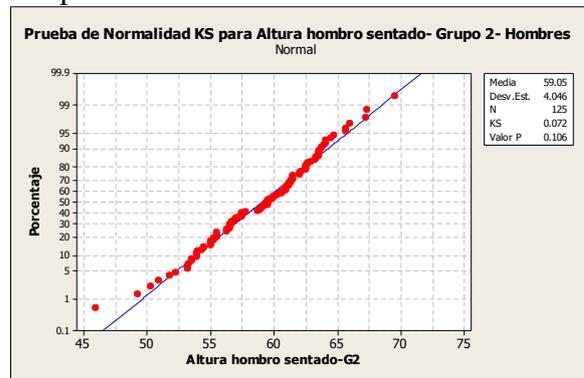


## 9.6.14 Gráficos Normalidad Altura hombro sentado cm Hombres

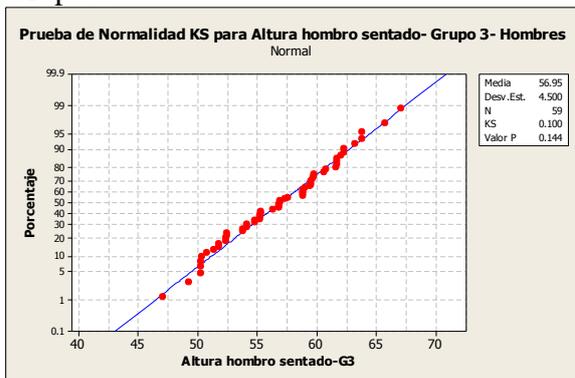
### Grupo 1



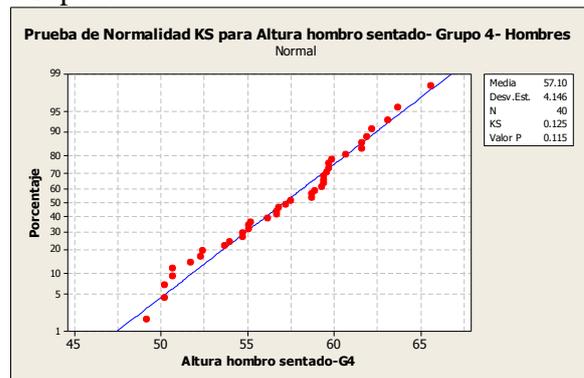
### Grupo 2



### Grupo 3

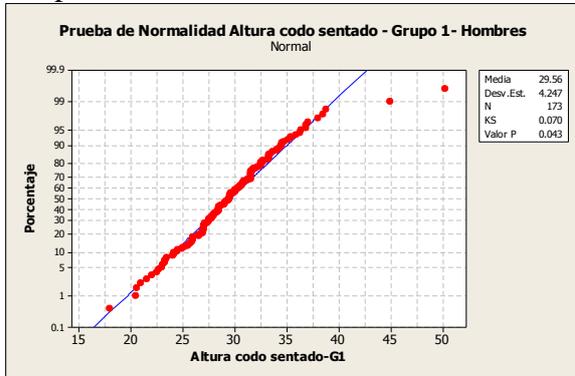


### Grupo 4

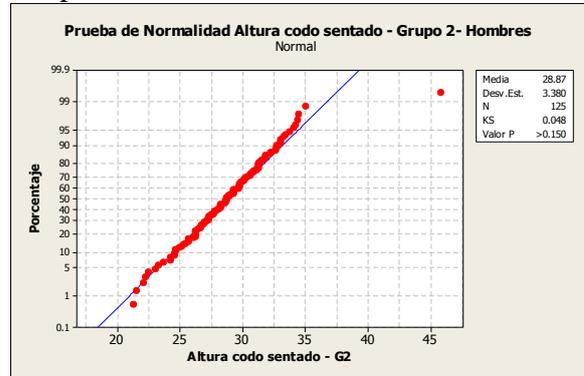


### 9.6.15 Gráficos Normalidad Altura codo sentado cm Hombres

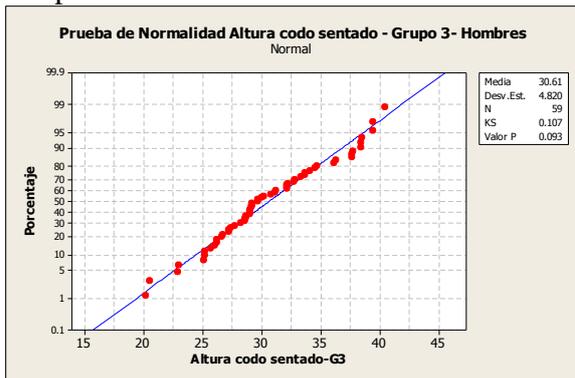
Grupo 1



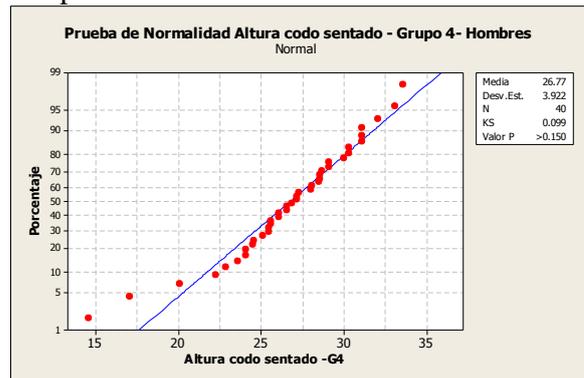
Grupo 2



Grupo 3

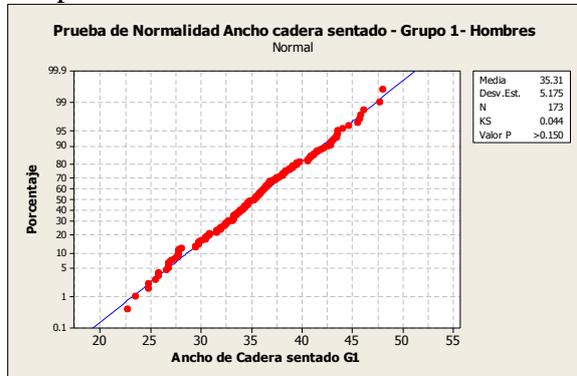


Grupo 4

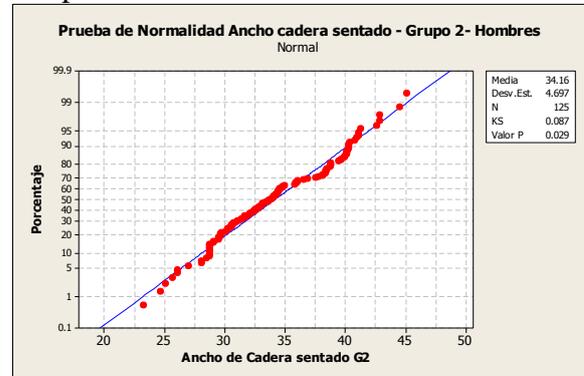


## 9.6.16 Gráficos Normalidad Ancho cadera sentado cm Hombres

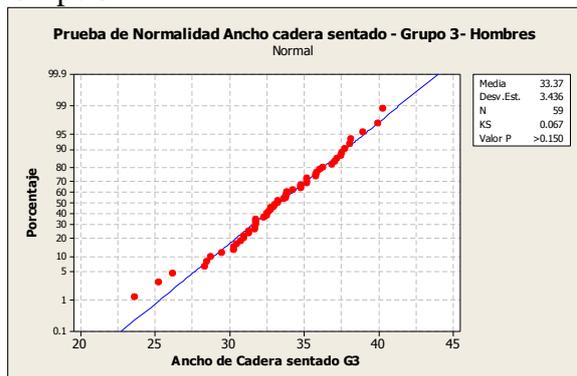
Grupo 1



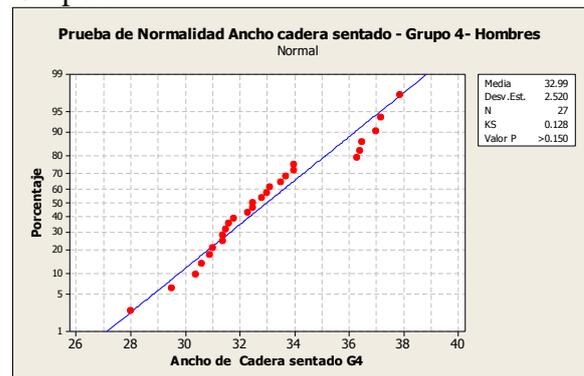
Grupo 2



Grupo 3

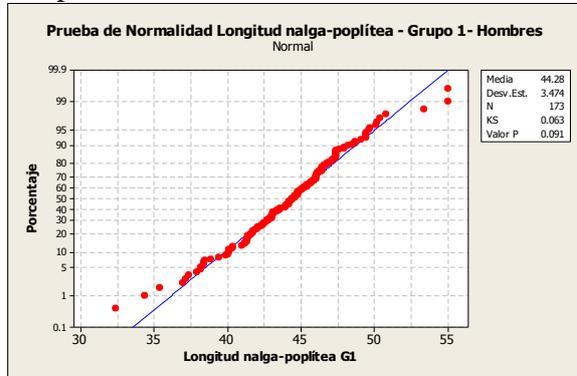


Grupo 4

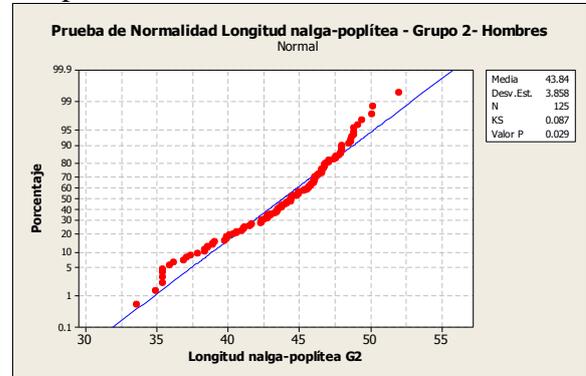


## 9.6.17 Gráficos Normalidad Longitud nalga-poplítea - Hombres

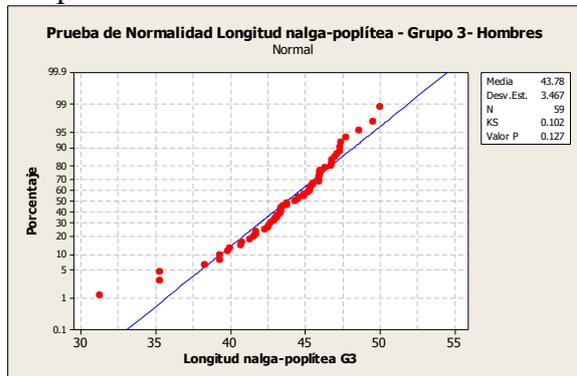
### Grupo 1



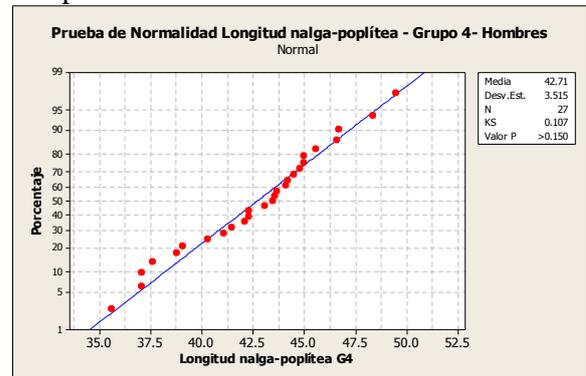
### Grupo 2



### Grupo 3

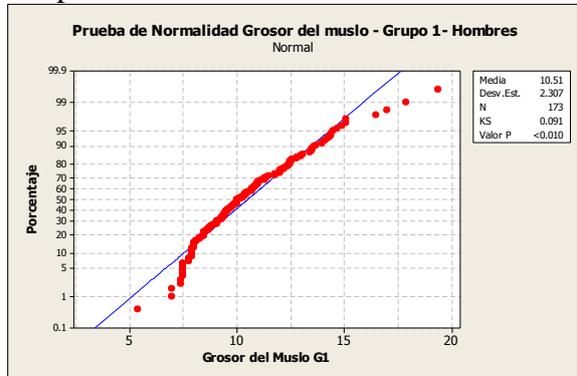


### Grupo 4

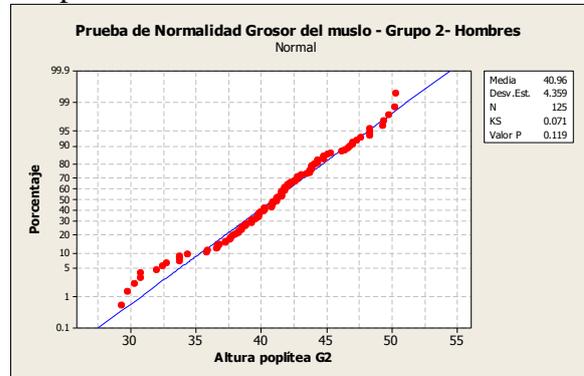


### 9.6.18 Gráficos Normalidad Grosor del muslo -Hombres

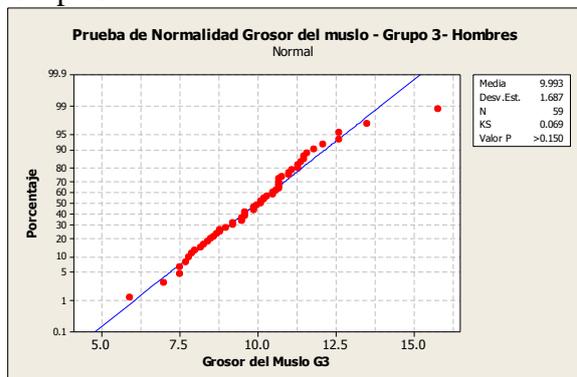
Grupo 1



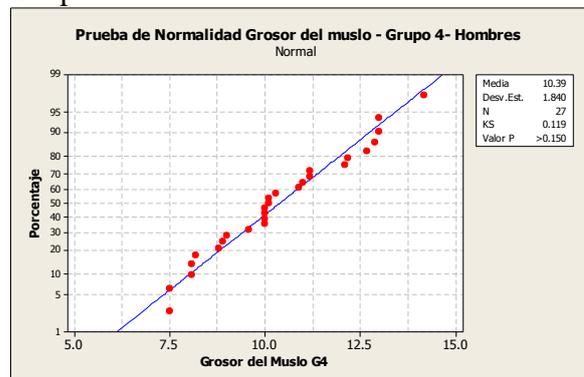
Grupo 2



Grupo 3

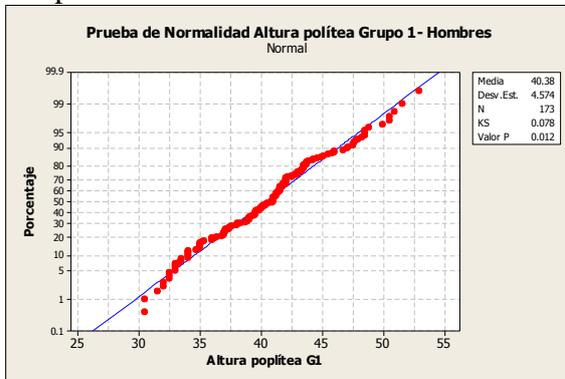


Grupo 4

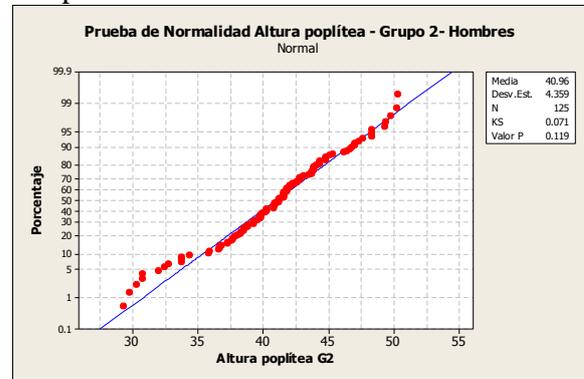


### 9.6.19 Gráficos Normalidad Altura poplítea cm Hombres

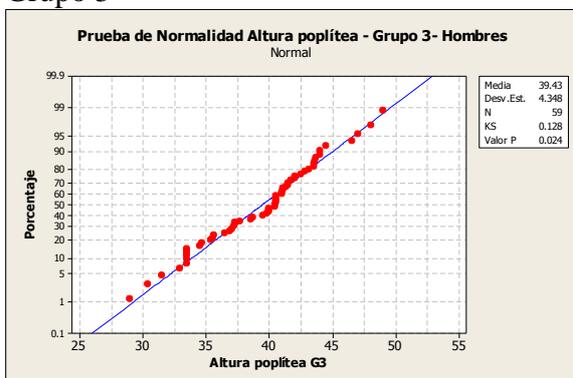
Grupo 1



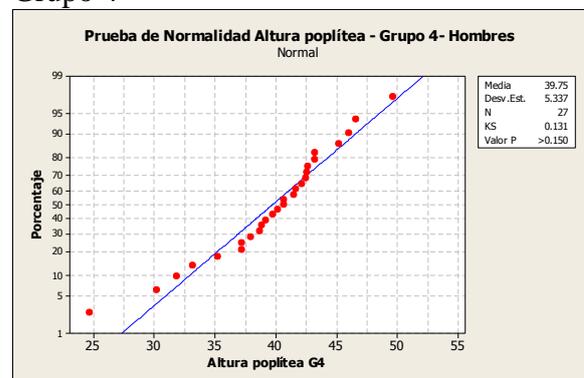
Grupo 2



Grupo 3



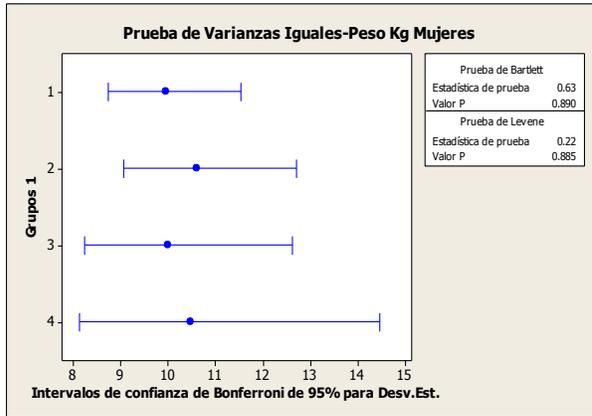
Grupo 4



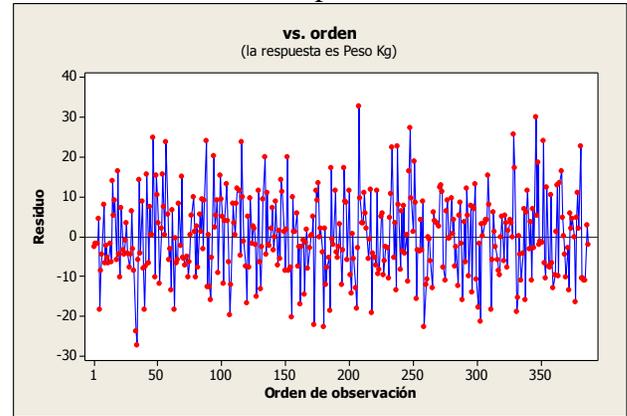
## 9.7 Anexo 8: Supuestos de igualdad de varianza y aleatoriedad Mujeres

### 9.7.1 Peso (Kg)

#### Análisis de Varianza

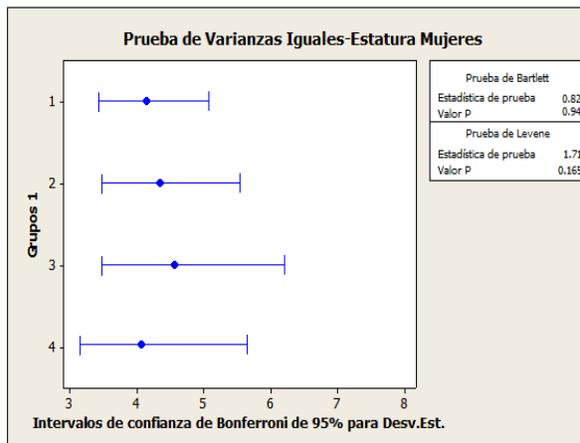


#### Análisis de Independencia

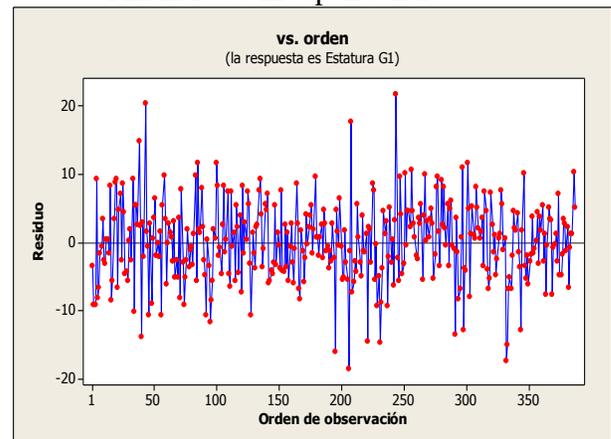


### 9.7.2 Estatura (cm)

#### Análisis de Varianza

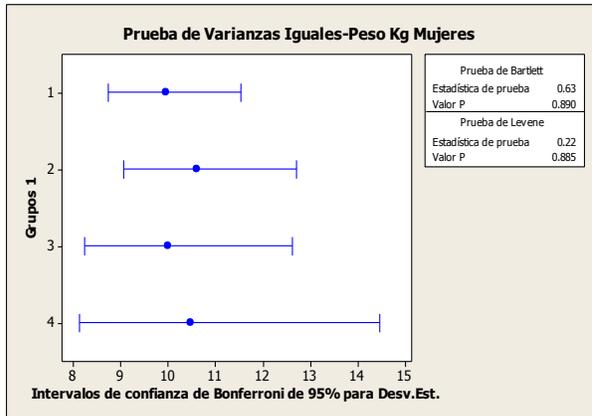


#### Análisis de Independencia

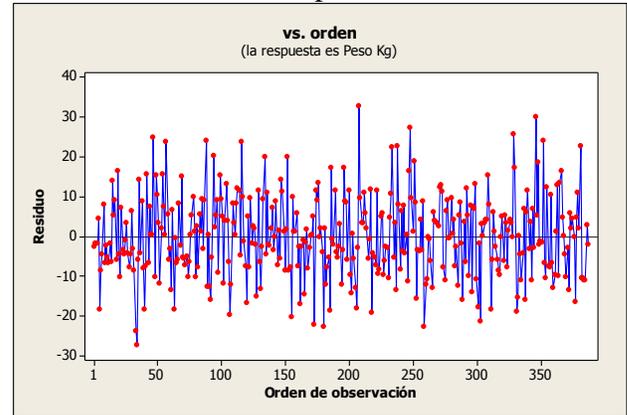


### 9.7.3 IMC

#### Análisis de Varianza

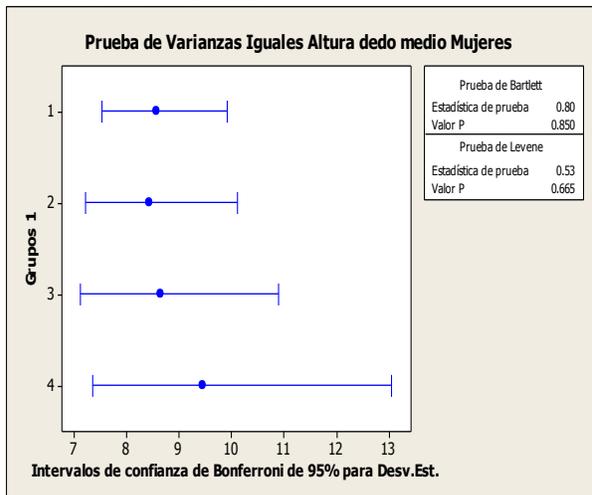


#### Análisis de Independencia

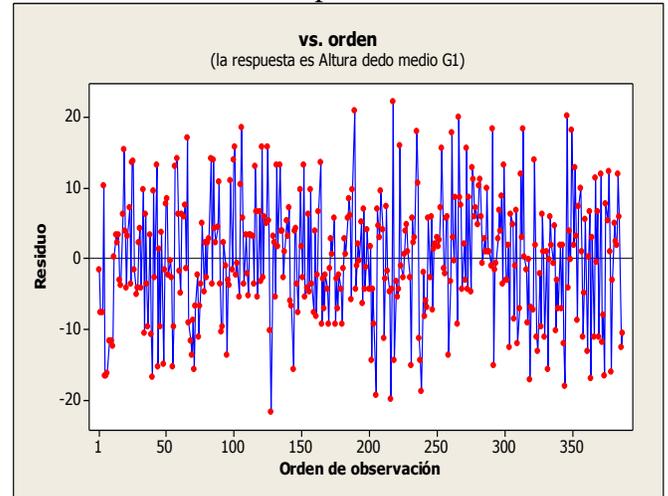


### 9.7.4 Altura dedo medio

#### Análisis de Varianza

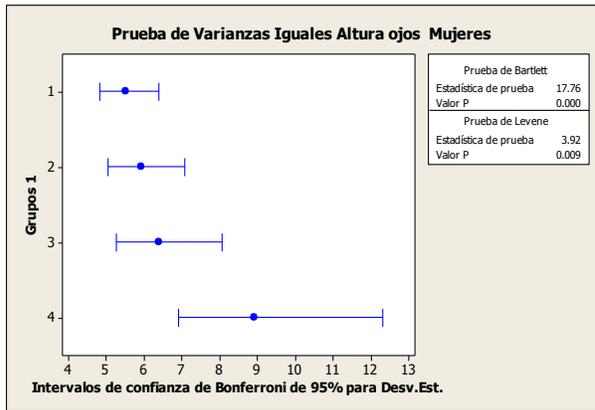


#### Análisis de Independencia

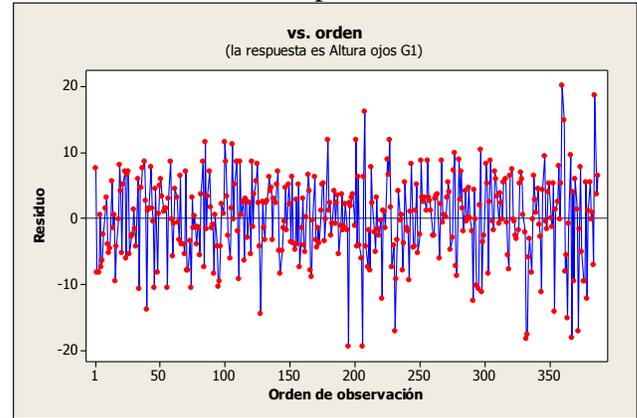


### 9.7.5 Altura Ojos

#### Análisis de Varianza

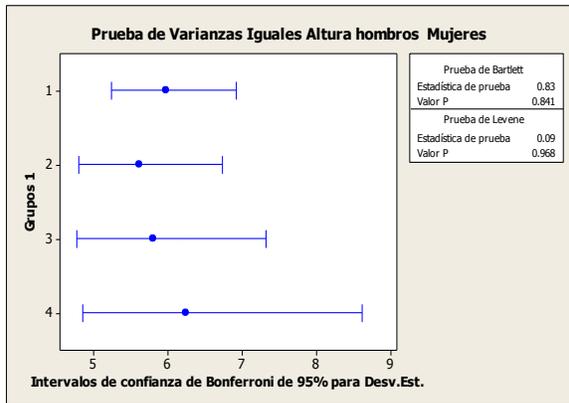


#### Análisis de Independencia

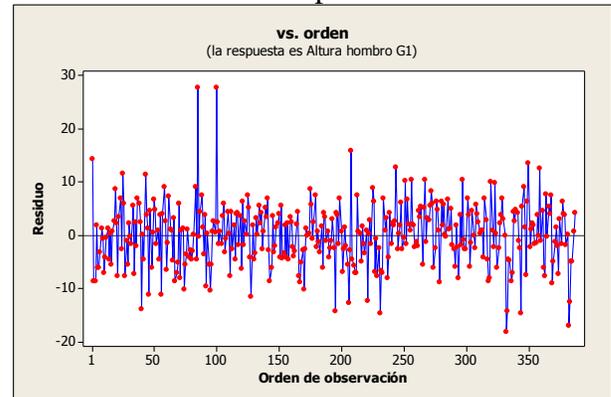


### 9.7.6 Altura Hombros

#### Análisis de Varianza

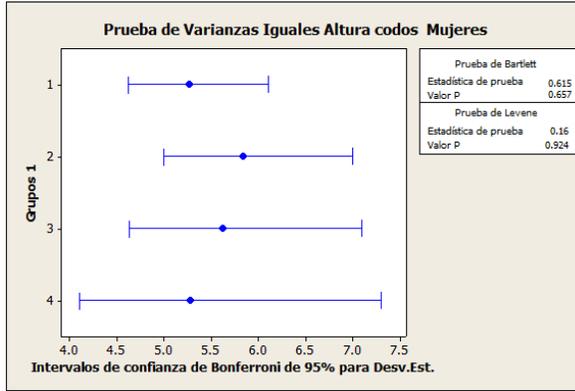


#### Análisis de Independencia

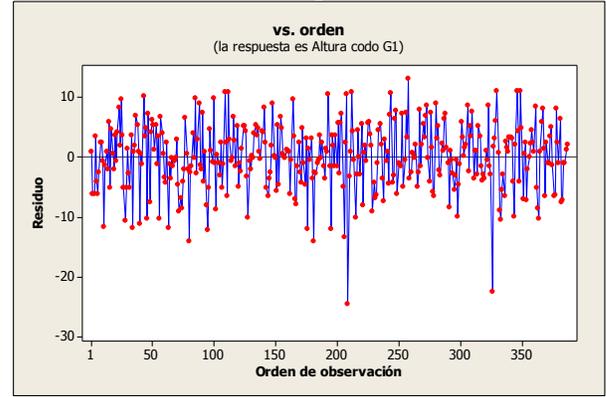


### 9.7.7 Altura Codos

#### Análisis de Varianza

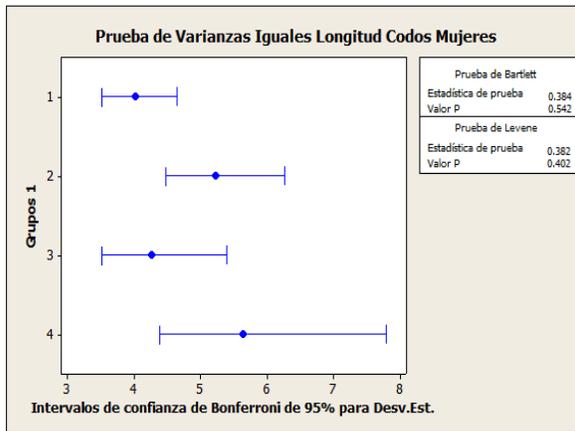


#### Análisis de Independencia

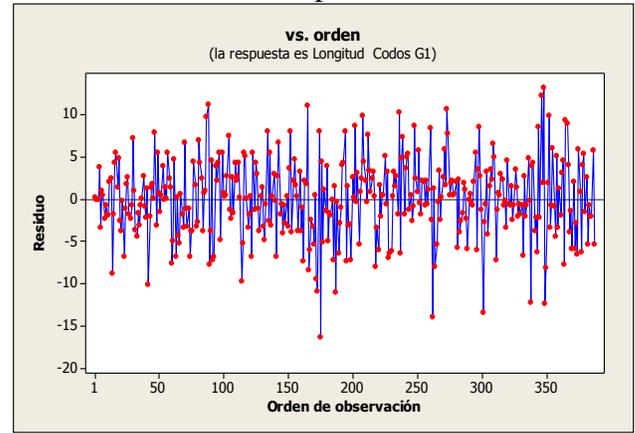


### 9.7.8 Longitud Codos

#### Análisis de Varianza

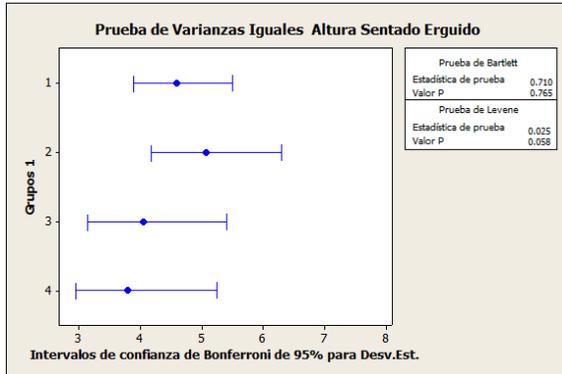


#### Análisis de Independencia

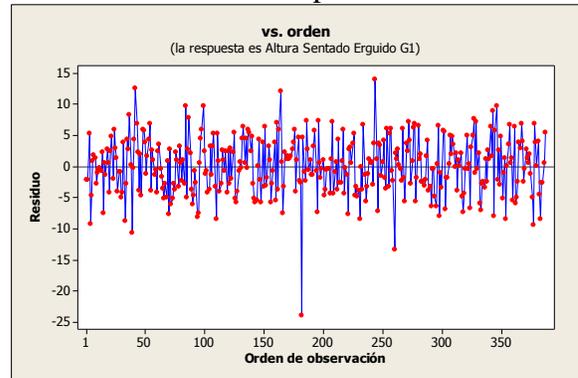


### 9.7.9 Altura Sentado Erguido

#### Análisis de Varianza

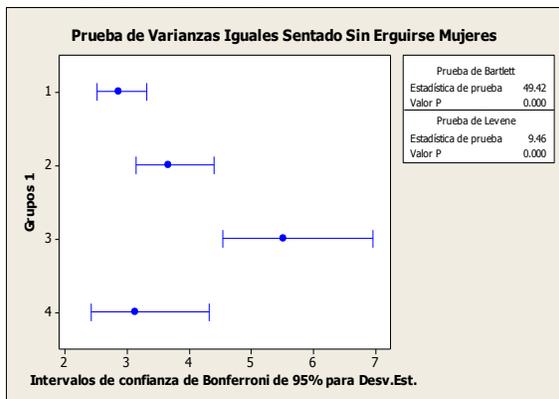


#### Análisis de Independencia

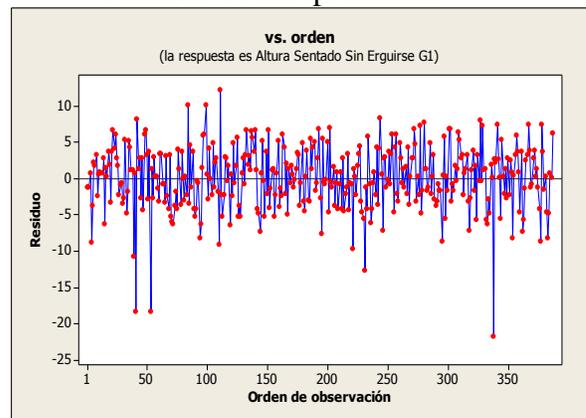


### 9.7.10 Altura Sentado Sin Erguirse

#### Análisis de Varianza

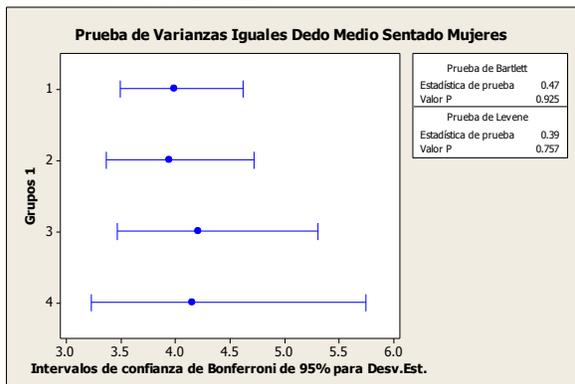


#### Análisis de Independencia

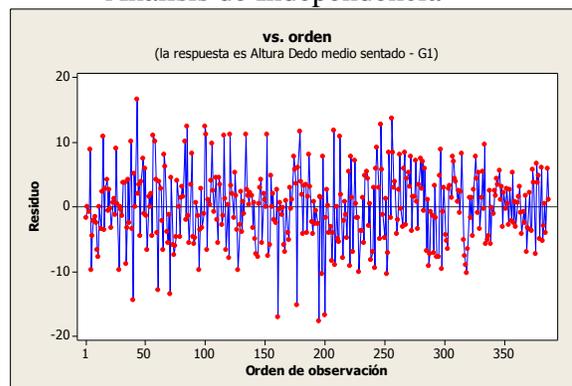


### 9.7.11 Altura dedo medio sentado

#### Análisis de Varianza

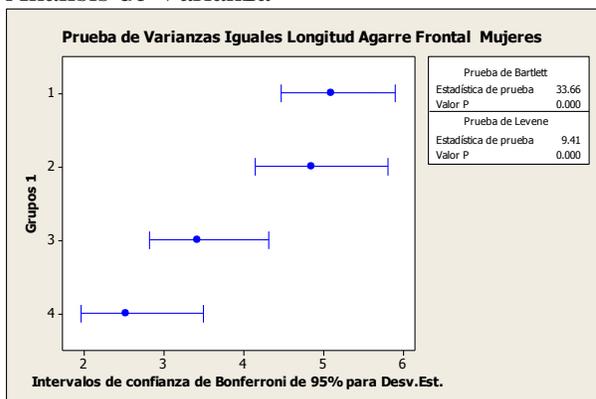


#### Análisis de Independencia

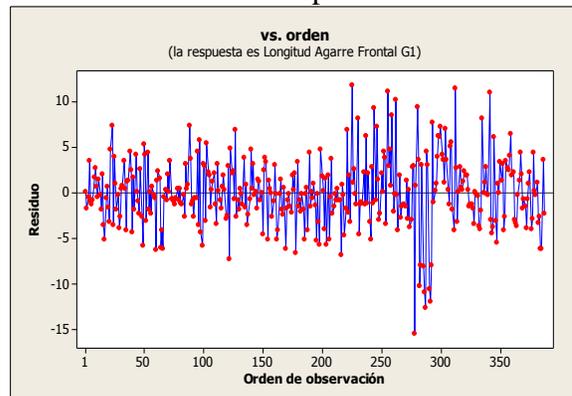


### 9.7.12 Longitud Agarre Frontal

#### Análisis de Varianza

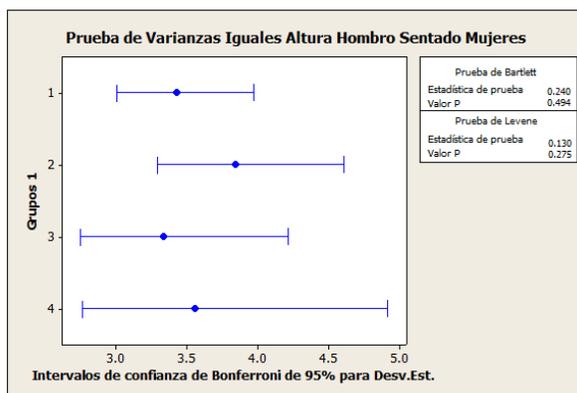


#### Análisis de Independencia

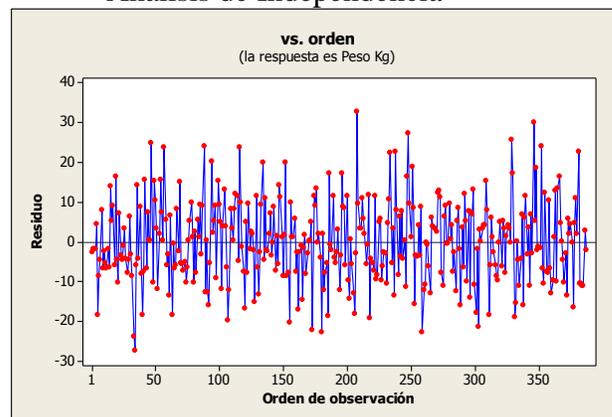


### 9.7.13 Altura Hombro Sentado

#### Análisis de Varianza

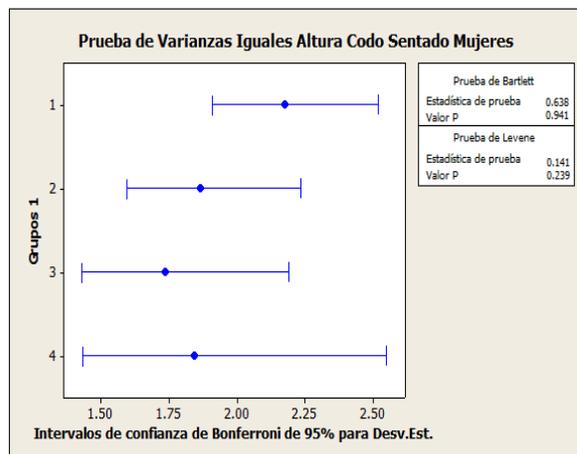


#### Análisis de Independencia

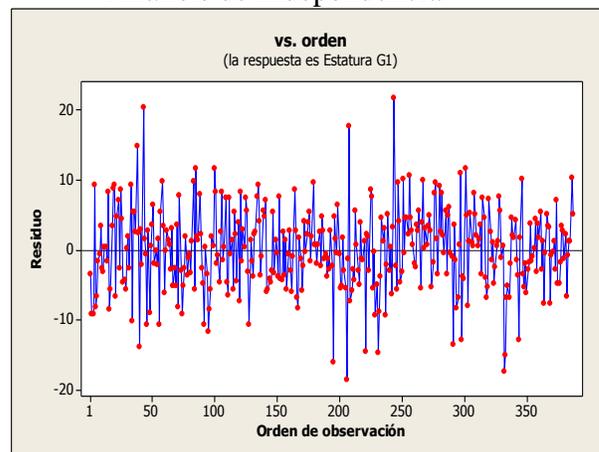


### 9.7.14 Altura Codo Sentado

#### Análisis de Varianza



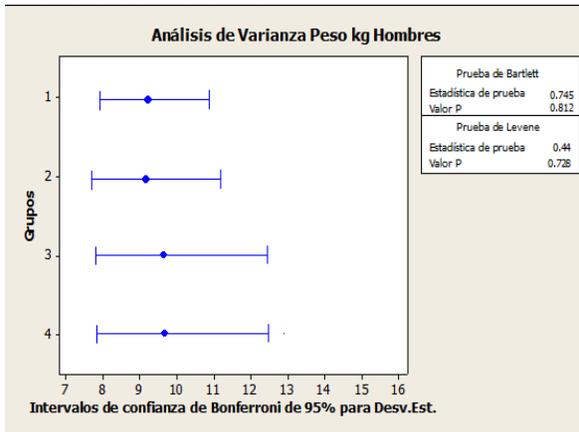
#### Análisis de Independencia



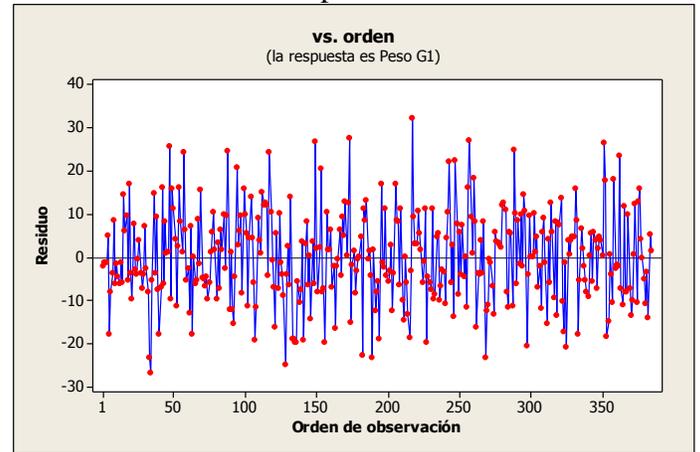
## 9.8 Anexo 9: Supuestos de igualdad de varianza y aleatoriedad Hombres

### 9.8.1 Peso (Kg)

#### Análisis de Varianza

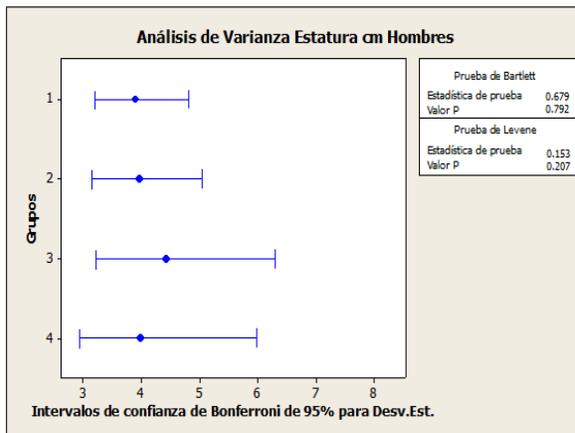


#### Análisis de Independencia

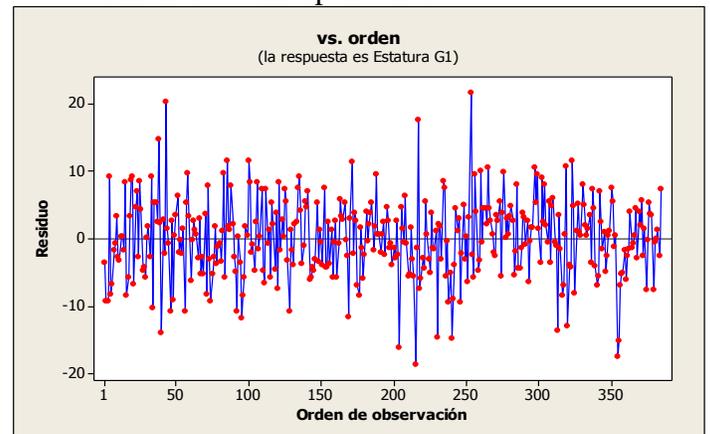


### 9.8.2 Estatura (cm)

#### Análisis de Varianza

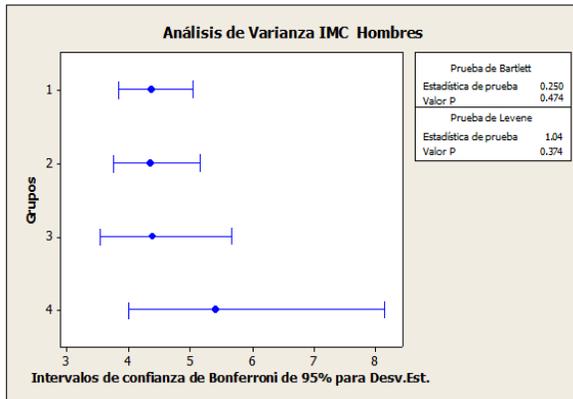


#### Análisis de Independencia

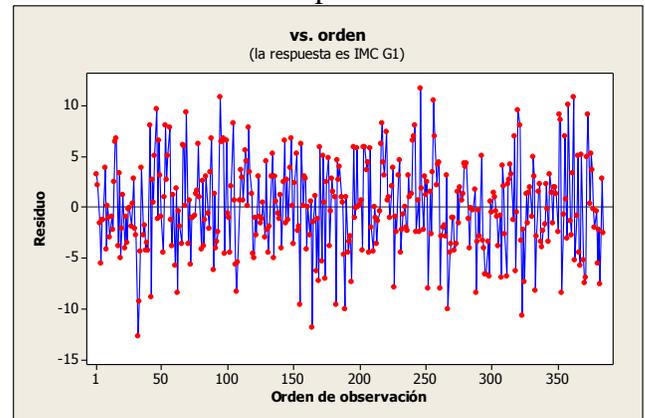


### 9.8.3 IMC

#### Análisis de Varianza

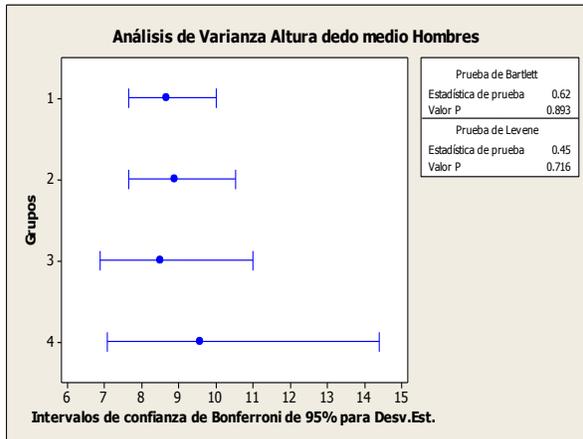


#### Análisis de Independencia

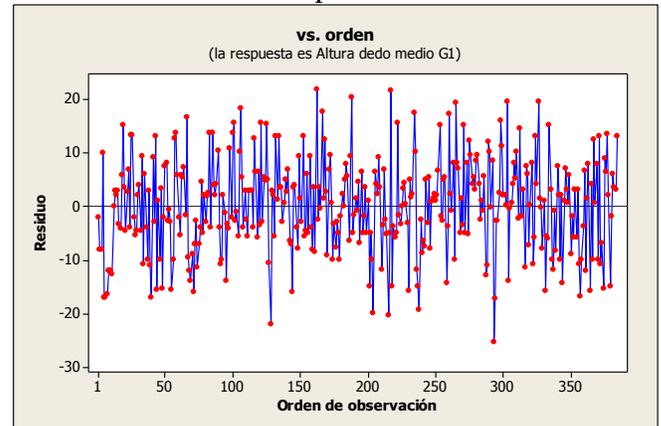


### 9.8.4 Altura dedo medio

#### Análisis de Varianza

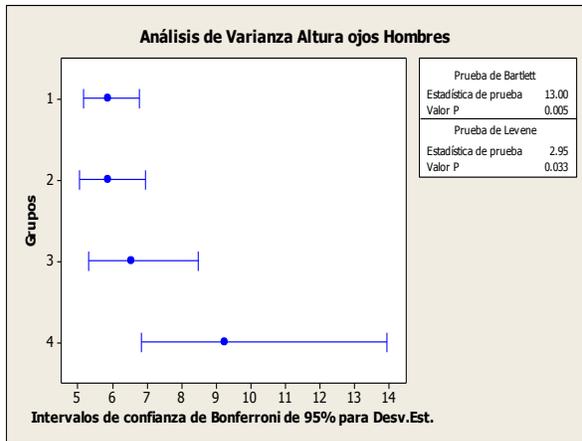


#### Análisis de Independencia

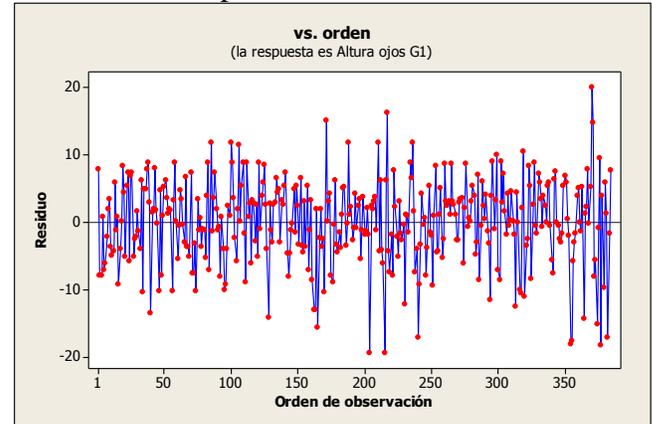


### 9.8.5 Altura Ojos

#### Análisis de Varianza

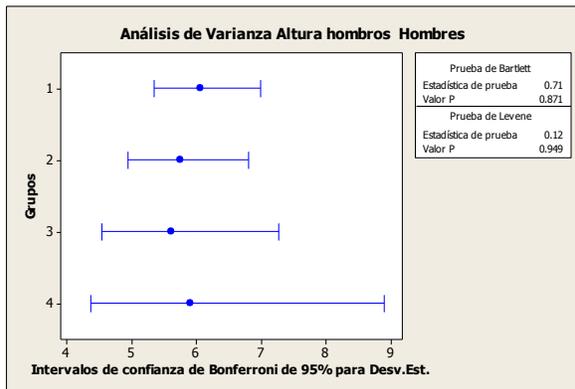


#### Análisis de Independencia

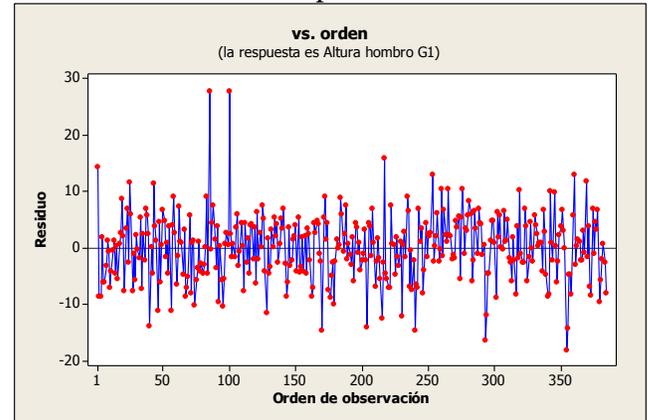


### 9.8.6 Altura Hombros

#### Análisis de Varianza

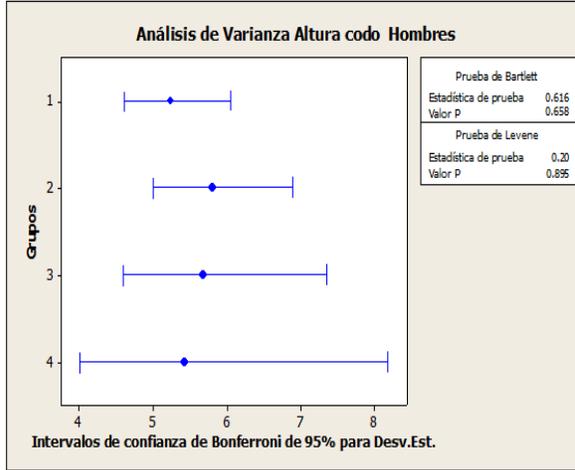


#### Análisis de Independencia

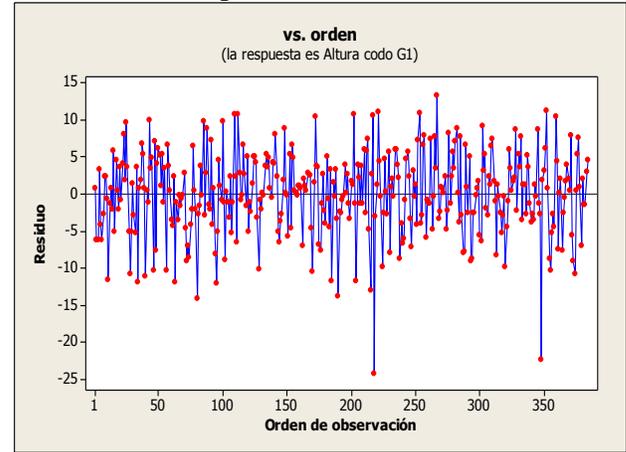


### 9.8.7 Altura Codos

#### Análisis de Varianza

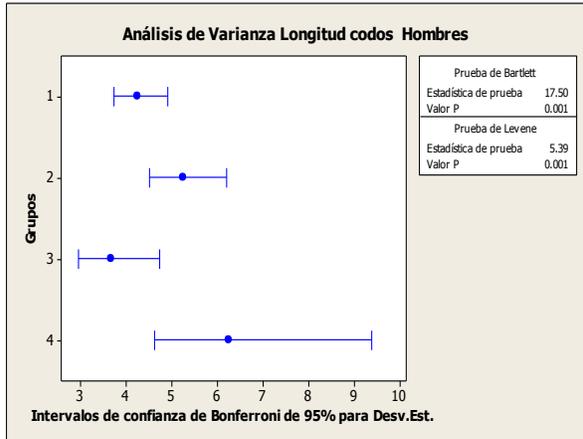


#### Análisis de Independencia

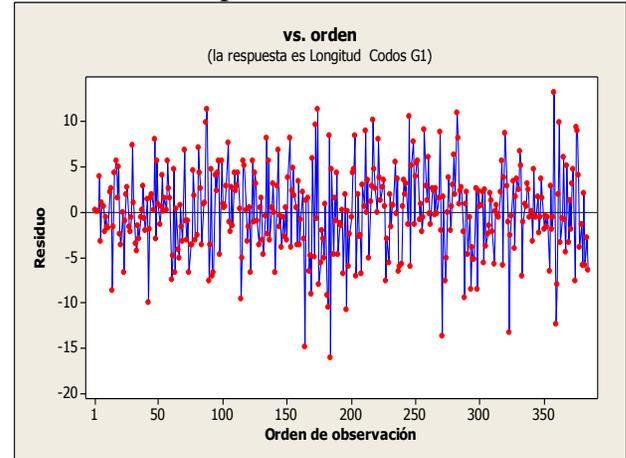


### 9.8.8 Longitud Codos

#### Análisis de Varianza

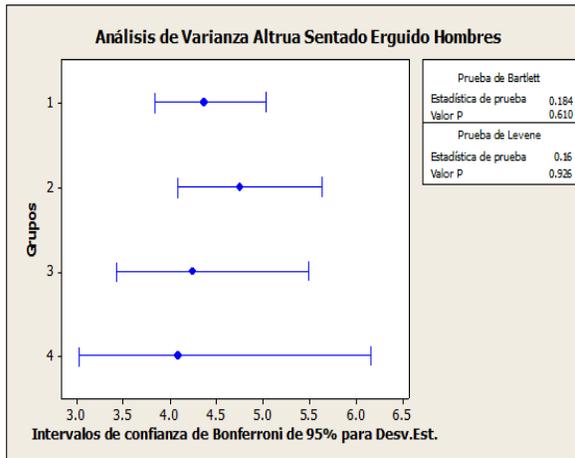


#### Análisis de Independencia

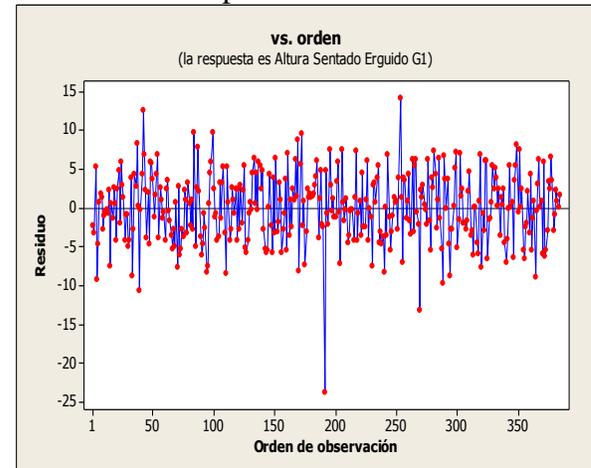


## 9.8.9 Altura Sentado Erguido

### Análisis de Varianza

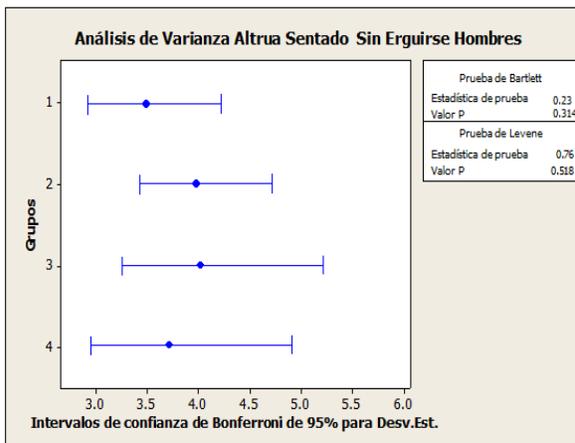


### Análisis de Independencia

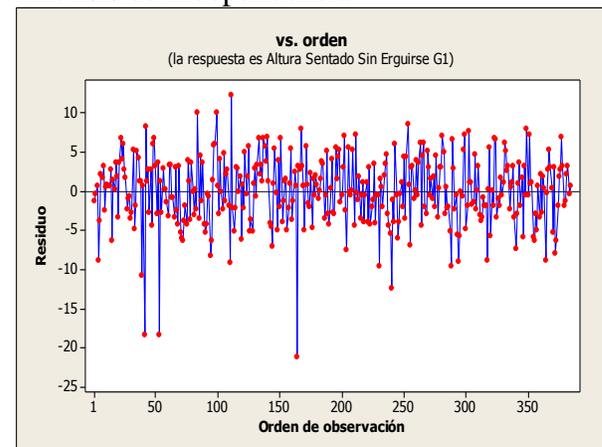


## 9.8.10 Altura Sentado Sin Erguirse

### Análisis de Varianza

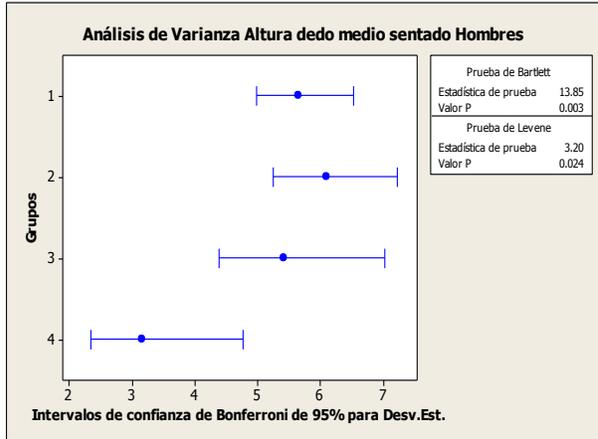


### Análisis de Independencia

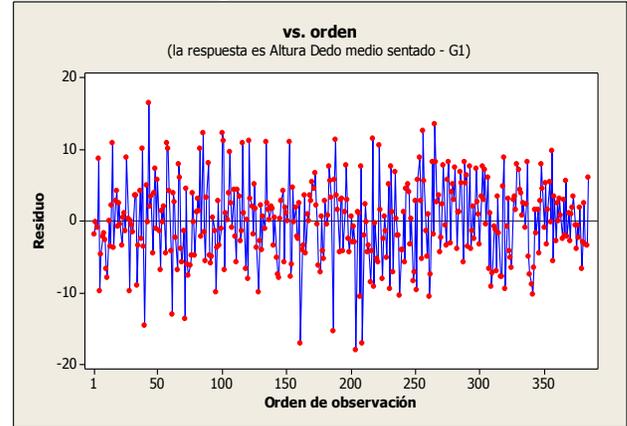


### 9.8.11 Altura dedo medio sentado

#### Análisis de Varianza

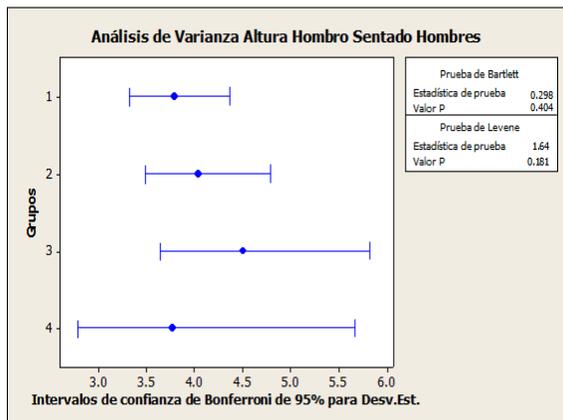


#### Análisis de Independencia

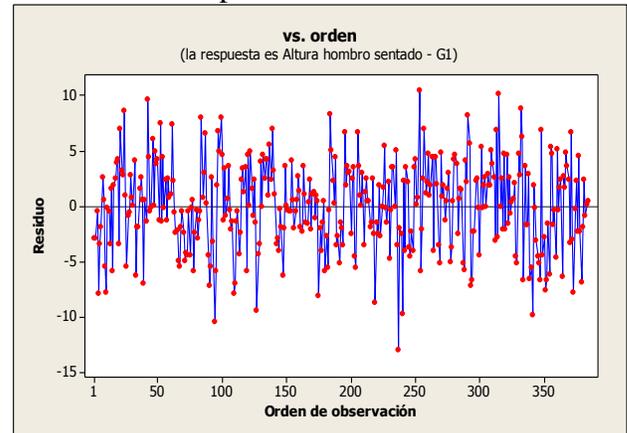


### 9.8.12 Altura hombro sentado

#### Análisis de Varianza



#### Análisis de Independencia



## 9.9 Análisis de Varianza (ANOVA) - Mujeres

### 9.9.1 Peso (Kg)

#### ANOVA unidireccional: Peso Kg vs. Grupos 1

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Grupos 1	3	4425	1475	14.15	0.000
Error	383	39934	104		
Total	386	44359			

S = 10.21 R-cuad. = 9.98% R-cuad.(ajustado) = 9.27%

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada

Nivel	N	Media	Desv.Est.
1	164	67.72	9.96
2	112	65.32	10.60
3	71	61.88	10.01
4	40	57.07	10.48

Desv.Est. agrupada = 10.21

Agrupar información utilizando el método de Dunnett

Nivel	N	Media	Agrupación
1 (control)	164	67.72	A
2	112	65.32	A
3	71	61.88	
4	40	57.07	

Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes la media del nivel de control.

### 9.9.3 IMC

#### ANOVA unidireccional: IMC G1, IMC G2, IMC G3, IMC G4

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	3	263.1	87.7	4.31	0.005
Error	329	6695.3	20.4		
Total	332	6958.3			

S = 4.511 R-cuad. = 3.78% R-cuad.(ajustado) = 2.90%

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada

Nivel	N	Media	Desv.Est.
IMC G1	111	29.831	4.554
IMC G2	111	29.285	4.314
IMC G3	71	28.141	4.522
IMC G4	40	27.231	4.897

Desv.Est. agrupada = 4.511

Agrupar información utilizando el método de Dunnett

Nivel	N	Media	Agrupación
IMC G1 (control)	111	29.831	A
IMC G2	111	29.285	A
IMC G3	71	28.141	
IMC G4	40	27.231	

Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control.

Comparación de Dunnett con un control

### 9.9.2 Estatura (cm)

#### ANOVA unidireccional: Estatura G1 vs. Grupos 1

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Grupos 1	3	421.5	140.5	4.15	0.006
Error	383	12958.4	33.8		
Total	386	13379.8			

S = 5.817 R-cuad. = 3.15% R-cuad.(ajustado) = 2.39%

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada

Nivel	N	Media	Desv.Est.
1	164	150.66	5.82
2	112	149.36	6.02
3	71	148.43	6.25
4	40	147.77	4.14

Desv.Est. agrupada = 5.82

Agrupar información utilizando el método de Dunnett

Nivel	N	Media	Agrupación
1 (control)	164	150.659	A
2	112	149.359	A
3	71	148.430	
4	40	147.770	

Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control.

### 9.9.4 Altura Dedo Medio

#### ANOVA unidireccional: Altura dedo medio G1

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Grupos 1	3	1352.6	450.9	6.04	0.001
Error	383	28603.0	74.7		
Total	386	29955.6			

S = 8.642 R-cuad. = 4.52% R-cuad.(ajustado) = 3.77%

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada

Nivel	N	Media	Desv.Est.
1	164	186.70	8.57
2	112	184.38	8.44
3	71	183.14	8.64
4	40	181.10	9.45

Desv.Est. agrupada = 8.64

Agrupar información utilizando el método de Dunnett

Nivel	N	Media	Agrupación
1 (control)	164	186.697	A
2	112	184.377	A
3	71	183.144	
4	40	181.100	

Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control.

## 9.9.5 Altura Hombros

### ANOVA unidireccional: Altura hombro |

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Grupos 1	3	317.9	106.0	3.07	0.028
Error	383	13236.3	34.6		
Total	386	13554.2			

S = 5.879 R-cuad. = 2.35% R-cuad.(ajustado) = 1.58%

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada

Nivel	N	Media	Desv.Est.
1	164	125.61	5.99
2	112	124.12	5.63
3	71	124.13	5.81
4	40	122.95	6.25

121.5 123.0 124.5 126.0

Desv.Est. agrupada = 5.88

Agrupar información utilizando el método de Dunnett

Nivel	N	Media	Agrupación
1 (control)	164	125.611	A
2	112	124.128	A
3	71	124.119	A
4	40	122.950	

Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control.

## 9.9.7 Longitud Codos

### ANOVA unidireccional: Longitud Codos

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Grupos 1	3	203.6	67.9	3.17	0.024
Error	383	8202.9	21.4		
Total	386	8406.4			

S = 4.628 R-cuad. = 2.42% R-cuad.(ajustado) = 1.66%

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada

Nivel	N	Media	Desv.Est.
1	164	47.782	4.022
2	112	46.914	5.236
3	71	46.752	4.275
4	40	45.405	5.647

44.4 45.6 46.8 48.0

Desv.Est. agrupada = 4.628

Agrupar información utilizando el método de Dunnett

Nivel	N	Media	Agrupación
1 (control)	164	47.782	A
2	112	46.914	A
3	71	46.752	A
4	40	45.405	

Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control.

## 9.9.6 Altura Codo

### ANOVA unidireccional: Altura codo

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Grupos 1	3	540.5	180.2	5.93	0.001
Error	383	11640.7	30.4		
Total	386	12181.2			

S = 5.513 R-cuad. = 4.44% R-cuad.(ajustado) = 3.69%

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada

Nivel	N	Media	Desv.Est.
1	164	93.105	5.275
2	112	92.535	5.848
3	71	90.956	5.631
4	40	89.535	5.285

88.0 89.6 91.2 92.8

Desv.Est. agrupada = 5.513

Agrupar información utilizando el método de Dunnett

Nivel	N	Media	Agrupación
1 (control)	164	93.105	A
2	112	92.535	A
3	71	90.956	
4	40	89.535	

Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control.

## 9.9.8 Altura Dedo Medio Sentado

### ANOVA unidireccional: Altura Dedo medio sentado - G1 vs. Grupos 1

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Grupos 1	3	440.1	146.7	4.68	0.003
Error	383	12015.1	31.4		
Total	386	12455.1			

S = 5.601 R-cuad. = 3.53% R-cuad.(ajustado) = 2.78%

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada

Nivel	N	Media	Desv.Est.
1	164	162.23	5.72
2	112	160.37	6.19
3	71	159.98	5.17
4	40	159.65	3.80

159.0 160.5 162.0 163.5

Desv.Est. agrupada = 5.60

Agrupar información utilizando el método de Dunnett

Nivel	N	Media	Agrupación
1 (control)	164	162.235	A
2	112	160.374	
3	71	159.982	
4	40	159.653	



## 9.10 Análisis de Varianza (ANOVA) – Hombres

### 9.10.1 Peso (Kg)

ANOVA unidireccional: Peso G1, Peso G2, Peso G3, Peso G4

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	3	4186	1395	12.44	0.000
Error	380	42631	112		
Total	383	46817			

S = 10.59 R-cuad. = 8.94% R-cuad. (ajustado) = 8.22%

Nivel	N	Media	Desv.Est.
Peso G1	173	70.13	10.80
Peso G2	125	68.16	10.76
Peso G3	59	63.32	9.63
Peso G4	27	59.08	10.47

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada

Desv.Est. agrupada = 10.59

Agrupar información utilizando el método de Dunnett

Nivel	N	Media	Agrupación
Peso G1 (control)	173	70.13	A
Peso G2	125	68.16	A
Peso G3	59	63.32	
Peso G4	27	59.08	

Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control.

### 9.10.3 IMC

ANOVA unidireccional: IMC G1, IMC G2, IMC G3, IMC G4

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	3	194.0	64.7	3.27	0.021
Error	380	7522.3	19.8		
Total	383	7716.3			

S = 4.449 R-cuad. = 2.51% R-cuad. (ajustado) = 1.75%

Nivel	N	Media	Desv.Est.
IMC G1	173	27.810	4.375
IMC G2	125	27.126	4.358
IMC G3	59	26.149	4.381
IMC G4	27	25.659	5.415

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada

Desv.Est. agrupada = 4.449

Agrupar información utilizando el método de Dunnett

Nivel	N	Media	Agrupación
IMC G1 (control)	173	27.810	A
IMC G2	125	27.126	A
IMC G3	59	26.149	
IMC G4	27	25.659	

Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control.

### 9.10.2 Estatura (cm)

ANOVA unidireccional: Estatura G1, Estatura G2, Estatura G3, Estatura G4

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	3	1866.9	622.3	18.38	0.000
Error	380	12863.0	33.8		
Total	383	14729.8			

S = 5.818 R-cuad. = 12.67% R-cuad. (ajustado) = 11.98%

Nivel	N	Media	Desv.Est.
Estatura G1	173	156.74	5.82
Estatura G2	125	154.45	5.88
Estatura G3	59	152.03	6.35
Estatura G4	27	149.55	3.98

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada

Desv.Est. agrupada = 5.82

Agrupar información utilizando el método de Dunnett

Nivel	N	Media	Agrupación
Estatura G1 (control)	173	156.745	A
Estatura G2	125	154.450	
Estatura G3	59	152.029	
Estatura G4	27	149.548	

Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control.

### 9.10.4 Altura Dedo Medio

ANOVA unidireccional: Altura dedo , Altura dedo , Altura dedo , Altura dedo

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	3	4806.7	1602.2	20.74	0.000
Error	380	29355.5	77.3		
Total	383	34162.2			

S = 8.789 R-cuad. = 14.07% R-cuad. (ajustado) = 13.39%

Nivel	N	Media	Desv.Est.
Altura dedo medio G1	173	194.99	8.68
Altura dedo medio G2	125	191.90	8.89
Altura dedo medio G3	59	187.36	8.50
Altura dedo medio G4	27	183.41	9.58

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada

Desv.Est. agrupada = 8.79

Agrupar información utilizando el método de Dunnett

Nivel	N	Media	Agrupación
Altura dedo medio G1 (control)	173	194.989	A
Altura dedo medio G2	125	191.897	
Altura dedo medio G3	59	187.361	
Altura dedo medio G4	27	183.415	

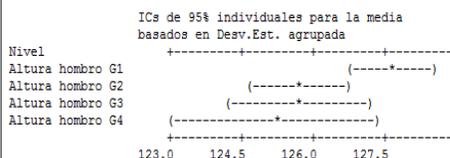
## 9.10.5 Altura Hombros

ANOVA unidireccional: Altura hombro, Altura hombro, Altura hombro, Altura hombro

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	3	390.3	130.1	3.75	0.011
Error	380	13178.8	34.7		
Total	383	13569.1			

S = 5.889 R-cuad. = 2.88% R-cuad. (ajustado) = 2.11%

Nivel	N	Media	Desv.Est.
Altura hombro G1	173	127.63	6.07
Altura hombro G2	125	125.69	5.75
Altura hombro G3	59	125.66	5.62
Altura hombro G4	27	125.20	5.91



Desv.Est. agrupada = 5.89

Agrupar información utilizando el método de Dunnett

Nivel	N	Media	Agrupación
Altura hombro G1 (control)	173	127.631	A
Altura hombro G2	125	125.692	
Altura hombro G3	59	125.658	A
Altura hombro G4	27	125.196	A

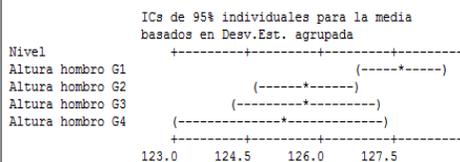
## 9.10.6 Altura Codo

ANOVA unidireccional: Altura hombro, Altura hombro, Altura hombro, Altura hombro

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	3	390.3	130.1	3.75	0.011
Error	380	13178.8	34.7		
Total	383	13569.1			

S = 5.889 R-cuad. = 2.88% R-cuad. (ajustado) = 2.11%

Nivel	N	Media	Desv.Est.
Altura hombro G1	173	127.63	6.07
Altura hombro G2	125	125.69	5.75
Altura hombro G3	59	125.66	5.62
Altura hombro G4	27	125.20	5.91



Desv.Est. agrupada = 5.89

Agrupar información utilizando el método de Dunnett

Nivel	N	Media	Agrupación
Altura hombro G1 (control)	173	127.631	A
Altura hombro G2	125	125.692	
Altura hombro G3	59	125.658	A
Altura hombro G4	27	125.196	A

Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de

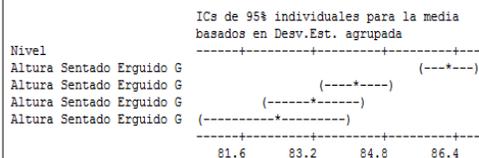
## 9.10.7 Altura Sentado Erguido

ANOVA unidireccional: Altura Senta, Altura Senta, Altura Senta, Altura Senta

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	3	723.4	241.1	12.11	0.000
Error	380	7565.3	19.9		
Total	383	8288.7			

S = 4.462 R-cuad. = 8.73% R-cuad. (ajustado) = 8.01%

Nivel	N	Media	Desv.Est.
Altura Sentado Erguido G	173	86.236	4.368
Altura Sentado Erguido G	125	84.138	4.754
Altura Sentado Erguido G	59	83.217	4.245
Altura Sentado Erguido G	27	82.333	4.096



Desv.Est. agrupada = 4.462

Agrupar información utilizando el método de Dunnett

Nivel	N	Media	Agrupación
Altura Sentado Erguido G1 (control)	173	86.236	A
Altura Sentado Erguido G2	125	84.138	
Altura Sentado Erguido G3	59	83.217	
Altura Sentado Erguido G4	27	82.333	

Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de

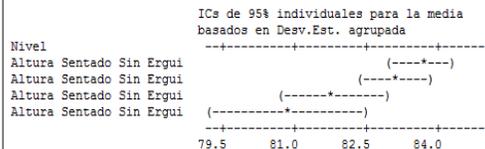
## 9.10.8 Altura Sentado Sin Erguirse

ANOVA unidireccional: Altura Senta, Altura Senta, Altura Senta, Altura Senta

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	3	284.1	94.7	4.98	0.002
Error	380	7231.2	19.0		
Total	383	7515.3			

S = 4.362 R-cuad. = 3.78% R-cuad. (ajustado) = 3.02%

Nivel	N	Media	Desv.Est.
Altura Sentado Sin Erguirse	173	83.625	4.786
Altura Sentado Sin Erguirse	125	83.077	3.982
Altura Sentado Sin Erguirse	59	81.781	4.031
Altura Sentado Sin Erguirse	27	80.819	3.838



Desv.Est. agrupada = 4.362

Agrupar información utilizando el método de Dunnett

Nivel	N	Media	Agrupación
Altura Sentado Sin Erguirse G1 (control)	173	83.625	A
Altura Sentado Sin Erguirse G2	125	83.077	A
Altura Sentado Sin Erguirse G3	59	81.781	
Altura Sentado Sin Erguirse G4	27	80.819	

### 9.10.9 Altura hombro sentado

ANOVA unidireccional: Altura hombr, Altura hombr, Altura hombr, Altura hombr

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	3	652.5	217.5	13.48	0.000
Error	393	6342.0	16.1		
Total	396	6994.6			

S = 4.017 R-cuad. = 9.33% R-cuad. (ajustado) = 8.64%

Nivel	N	Media	Desv.Est.
Altura hombro sentado -	173	60.229	3.787
Altura hombro sentado-G2	125	59.049	4.046
Altura hombro sentado-G3	59	56.949	4.500
Altura hombro sentado-G4	40	57.102	4.146

ICs de 95% individuales para la media  
basados en Desv.Est. agrupada

Nivel	IC Inferior	IC Superior
Altura hombro sentado -	57.0	61.5
Altura hombro sentado-G2	58.5	60.0
Altura hombro sentado-G3	57.0	60.0
Altura hombro sentado-G4	57.0	60.0

Desv.Est. agrupada = 4.017

Agrupar información utilizando el método de Dunnett

Nivel	N	Media	Agrupación
Altura hombro sentado - G1 (control)	173	60.229	A
Altura hombro sentado-G2	125	59.049	
Altura hombro sentado-G4	40	57.102	
Altura hombro sentado-G3	59	56.949	

Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control.