

Universidad de Chile
Facultad de Ciencias Sociales
Departamento de Antropología

**Evaluación del Método de Estimación de Edad por la 4° Costilla
Derecha en Población Masculina Chilena.**

Memoria para optar al Título de Antropóloga Física.

Paulina Marambio Vásquez

Profesor guía: Eugenio Aspillaga Fontaine

Profesor tutor: Rodrigo Retamal Yermani

2011

Índice

Capítulo 1. Introducción	4
1.1. Introducción y Planteamiento del Problema.....	4
Capítulo 2. Antecedentes y Marco Teórico	5
2.1. Métodos de estimación de la edad en osamentas	6
2.2 Investigaciones previas sobre el método de la cuarta costilla derecha	9
2.3. Alcances del método y limitaciones de las osamentas analizadas.....	15
2.4. Error Intraobservador	16
Capítulo 3. Hipótesis y Objetivos.....	17
3.1. Hipótesis de trabajo.....	17
3.2. Objetivos.....	17
3.2.1. <i>General</i>	17
3.2.2. <i>Específicos</i>	17
Capítulo 4. Materiales y Métodos.....	18
4.1. Procedimientos de Selección de la muestra.....	18
4.1.1. <i>Toma de muestras en sala de autopsias</i>	18
4.1.2. <i>Esqueletización de muestras</i>	19
4.1.3. <i>Tabla presentación de muestras</i>	21
4.1.4. <i>Herramientas de evaluación</i>	21
Capítulo 5. Resultados.	
5.1. Evaluación del Método de estimación de edad por cuarta costilla derecha (Iscan <i>et al.</i> 1984 e Iscan y <i>Loth</i> 1993) en base a la muestra de individuos chilenos en comparación con muestra control (población caucasoide norteamericana seleccionada por Iscan <i>et al.</i> 1984).....	24
Capítulo 6. Discusión.....	34
Capítulo 7. Conclusiones.....	42
Capítulo 8. Agradecimientos.....	43

Capítulo 9. Bibliografía.....	46
--------------------------------------	-----------

Anexos

Anexo N° 1. Formatos y textos (formulario, acta).....	2
Anexo N° 2. Tablas (tablas con resultados estadísticos).....	7
Anexo N° 3. Gráficos (de intervalos de confianza).....	45
Anexo N° 4. Fotos (imágenes de procedimientos y de extremos esternos de la muestra chilena).....	54

Capítulo 1. Introducción.

1.1. Introducción y Planteamiento del Problema

La Antropología Forense se define como la aplicación de la ciencia de la Antropología Física a los procesos legales (Reichs 1998). La identificación de restos humanos esqueléticos, descompuestos u otro tipo de restos no identificados es importante por razones legales y humanitarias. Los antropólogos forenses aplican técnicas científicas estándar desarrolladas por la Antropología Física para identificar restos humanos y asistir en la detección del crimen. Ellos trabajan frecuentemente en conjunto con patólogos, médicos forenses, odontólogos e investigadores del homicidio para identificar un cadáver, descubrir evidencia de delito y/o el intervalo postmortem; además de colaborar en la ubicación y recuperación de restos sospechosos, los antropólogos forenses trabajan para sugerir la edad, sexo, ancestría, estatura y rasgos únicos de un fallecido desde el esqueleto (Definición de la American Board of Forensic Anthropology ABFA, en Klepinger 2006)

En Antropología física y forense, la estimación de edad constituye uno de los procedimientos más relevantes (Iskan *et al.* 1984a, Dedouit *et al.* 2008, Iskan & Loth 1986a) y rutinarios del proceso de análisis de restos humanos. En la actualidad existen a disposición de los especialistas diversos métodos que se distinguen por el tipo de observación efectuado (por ejemplo, macroscópica o microscópica), la región del esqueleto considerada y según el rango etario para el cual las estimaciones son efectivas (individuos inmaduros o adultos) Los métodos de observación macroscópica implican el examen de rasgos que se modifican en la región esquelética considerada y que están asociados con la edad; en otras palabras, existen cambios ontogenéticos del esqueleto y de deterioro por envejecimiento, que permiten estimar la edad del individuo al morir. Estos métodos poseen la ventaja de no requerir un especial entrenamiento por parte de quien los utiliza, pues involucra la observación de rasgos específicos claramente distinguibles que se asocian a edades determinadas, no implica la destrucción parcial de la evidencia, no requieren de instrumental para las estimaciones y es posible aplicarlos en el mismo lugar del hallazgo.

Debido a la variabilidad que caracteriza a las distintas poblaciones humanas, es preciso probar la efectividad de los métodos en un grupo particular.

Generalmente, se deben hacer las modificaciones necesarias con el fin de ajustar los estándares aplicados en la población analizada.

En Chile, si bien se generaron estudios de evaluación y validación de métodos para estimar la edad en restos humanos esqueléticos (Paredes *et al.* 1997), se requiere actualizar las muestras de individuos considerados, además de profundizar los análisis estadísticos efectuados.

Una de las más profundas motivaciones que impulsaron a realizar esta investigación, corresponde a los graves problemas de Identificación de víctimas del caso "Patio 29"¹. A raíz de estos errores en las tareas de identificación, surgió la necesidad de invertir recursos y esfuerzos para entrenar y capacitar a sus profesionales, con el fin de que lograran responder a las demandas de las familias y fiscalías. Además surge la necesidad, por una parte, de seleccionar los laboratorios con más experiencia en la labor de identificación por métodos moleculares, por reunir a un gran grupo de expertos internacionales que ejercen como supervisores del trabajo pericial de la Unidad Especial de DD.HH del Servicio Médico Legal, y por impulsar la investigación en sus funcionarios más jóvenes.

Capítulo 2. Antecedentes y Marco Teórico

En el proceso de identificación humana a partir de restos óseos, la estimación de edad constituye un procedimiento de gran relevancia, que implica la observación de cambios morfológicos ocurridos a lo largo de la vida del individuo. Numerosos investigadores han corroborado la alta correlación que

¹ En el año 2006, Cristián Orrego, doctor en Bioquímica y científico chileno que trabaja como analista de ADN del Departamento de Justicia de California, informa acerca de graves errores en la identificación de 48 casos de personas desaparecidas durante el Régimen Militar y de dudas en otros 37. Ante estas dificultades, el Gobierno de la Presidenta Michelle Bachelet toma cartas en el asunto y compromete todos los recursos necesarios para enmendar los errores. Los procedimientos se iniciaron con una auditoría realizada por parte de un Comité de Expertos internacionales al Servicio Médico Legal, para constatar cómo se realizó el proceso de identificación de restos óseos en esa institución.

hay entre estos cambios y la edad (Iskan *et al.* 1984b y 1987; McKern y Stewart 1957; Suchey y Brooks 1990; Todd 1920; Meindl y Lovejoy 1985).

Es preciso señalar que estas modificaciones no son sincrónicas en las diversas estructuras óseas involucradas. Por ejemplo, en la temprana infancia, ocurren transformaciones que afectan la forma y el crecimiento de huesos y dientes, en tanto que en la infancia tardía y adolescencia continúa el crecimiento y osificación de estructuras óseas y dentales, junto con el desarrollo y fusión epifisiaria. Con posterioridad a los 20 años, los procesos descritos previamente se han completado y son otros los indicadores morfológicos de la edad: obliteración progresiva de suturas craneales, cambios en la superficie articular del pubis, modificaciones degenerativas en estructuras óseas y en la arquitectura a nivel histológico de huesos y dientes (Ubelaker 2007). Por esta razón, para estimar la edad de muerte, se requiere del reconocimiento de la madurez del esqueleto a analizar. Al respecto, la estimación de edad es más precisa en individuos jóvenes, ya que las etapas de desarrollo tienden a estar más programadas biológicamente a diferencia de los adultos mayores, en donde el envejecimiento está fuertemente influido por otras variables. (Brothwell 1987).

2.1. Métodos de Estimación de la Edad en Adultos

En esqueletos adultos, los métodos para determinar la edad se clasifican en dos grupos: macroscópicos, basados en la observación directa de cambios morfológicos en los huesos, que entregan estimaciones más rápidas y no destruyen el hueso, pero cuya información no es precisa y, los métodos microscópicos que parecen ser más precisos y confiables, pero que demandan mayor cantidad de tiempo, equipamiento, entrenamiento y conocimientos por parte de los forenses, además de implicar la destrucción de una muestra ósea (Iskan *et al.* 1984b, Ubelaker 2007). Entre los métodos macroscópicos más utilizados por los especialistas y en cuanto a su precisión diferencial, están:

- Cambios morfológicos de la sínfisis púbica: uno de los métodos más precisos y utilizados, pero que no puede ser usado con exactitud para estimar edad en varones mayores de 55 años y en mujeres más ancianas.

Todd (1920) notó que en individuos afroamericanos y mujeres de origen norteamericano los cambios ocurren 2 a 3 años antes que en individuos caucásicos norteamericanos (sus edades fluctúan entre los 18 y 50 años). Más tarde McKern y Stewart (1957) en un método alternativo al de Todd (concentrado en 3 componentes de la sínfisis) buscan alcanzar mayor precisión en las estimaciones. Sin embargo, establecen que la confiabilidad del método disminuye al aplicarlo a individuos de distinto origen geográfico, ascendencia o sexo. Mientras que la precisión aumenta conforme mejora el entrenamiento del examinador que lo aplica.

- Metamorfosis de la 4° costilla derecha: Basada en los cambios secuenciales registrados en su extremo esternal, sus estándares para hombres y mujeres han sido evaluados por medio de exámenes ciegos, resultando fiables, simples de aplicar e independientes del entrenamiento de quien los usa. Sin embargo las estimaciones efectuadas con este método difieren poblacionalmente (Ubelaker 2007) Este método corresponde al tema de esta investigación, por lo tanto será descrito detalladamente más adelante.
- Obliteración de suturas craneales: Las transformaciones en las suturas son las mismas, independientes del sexo y el origen étnico (Todd y Lyon 1924; Meindl y Lovejoy 1985) Sin embargo, el método es criticado, pues describe un proceso que presenta un alto grado de variación individual en los tiempos de cierre (Brooks 1955; Iscan *et al.* 1984b; Todd y Lyon 1924, Yoder *et al.* 2001). Además, las modificaciones por patologías o la variación de la forma del cráneo, podrían alterar el proceso normal de fusión de estas uniones, por lo que no sería recomendable aplicar este método de estimación de edad para estos casos. La obliteración de las suturas tiene tan sólo una relación muy leve con la edad (McKern y Stewart 1957), por lo que es necesario estimarlo en conjunto con otros elementos.
- Metamorfosis de la aurícula: Válido para individuos de 20 a 60 años aproximadamente (Ubelaker 2007, White 1991)
- Cambios degenerativos en algunas estructuras óseas:

Stewart (1958) postula la artrosis vertebral como indicador muy general de la edad, pues existe un alto grado de variabilidad, limitando este elemento para efectuar una estimación en un caso individual. Otras regiones esqueléticas que exhiben cambios degenerativos son articulaciones de codo, rodilla. Además se registran infrecuentemente depresiones en los parietales (Kerley 1970), que no aparecen antes de los 60 años, pero que su ausencia no indica necesariamente una edad menor de 60.

Todas las modificaciones artríticas son indicadores generales de edad avanzada. Es preciso tener precaución y no confundirlas con efectos de traumatismos locales u otros procesos patológicos. Para distinguirlas se requiere disponer de una parte suficiente del esqueleto y corroborar si las lesiones se localizan en un área restringida (traumatismos) o si los cambios se distribuyen por todo el cuerpo (producto de la edad) (Ubelaker 2007).

Los primeros trabajos sobre algunos de estos métodos se construyeron como procedimientos estándar, en base a una muestra de individuos específica y más o menos homogénea (Todd 1920; McKern y Stewart 1957; Suchey y Brooks 1990; Meindl y Lovejoy 1985; Iscan *et al.* 1984a y 1984b). Sin embargo, considerando que las diferencias vinculadas al sexo generan variación y debido a la variabilidad poblacional, se ha observado que estos parámetros podrían no entregar estimaciones de edad precisas para otros grupos. Es por ello que especialistas de distintos lugares del mundo han ajustado los estándares para sus respectivas poblaciones (Ubelaker 2007)

Como Iscan y Loth (1986a) comentan, “el éxito de una técnica dada, depende ampliamente de la representatividad de la muestra desde la cual los estándares son derivados. Una muestra debiera ser representativa de individuos procedentes de diferentes niveles socioeconómicos, profesionales y en distintos estados de salud y enfermedad” (muestra ideal) Sin embargo, en la mayoría de los estudios previos del método, los investigadores no expresan si estas condiciones se cumplen en sus muestras.

2.2. Investigaciones previas sobre el Método de la Cuarta Costilla Derecha.

La transformación del extremo esternal de la 4° costilla derecha, de acuerdo a lo señalado más arriba, es el tópico de interés de este trabajo. Kerley (1970) había hecho una breve mención sobre las modificaciones secuenciales en esta región de las costillas, señalando que la superficie articular es ondulante en la adolescencia, que los márgenes son agudos y con forma de taza en la adultez, llegando a ser irregulares en la vejez.

La 4° costilla derecha fue seleccionada debido a que los estudios radiológicos e histológicos y la observación morfológica directa, indicaron que esta área muestra cambios a lo largo de la vida (Iskan *et al* 1984a y 1984b). El método de estimación de la edad en base a la metamorfosis de esta pieza ósea se define como un sistema en el que cada costilla es analizada, sobre la base de cambios notados en tres de sus componentes, en donde las modificaciones son más aparentes (Iskan *et al* 1984a). Además, según las referencias presentadas, podría tener una precisión similar a la de sínfisis púbica y mayor que el método de suturas craneales (Iskan *et al* 1984b, Dedouit *et al.* 2008).

En la década de 1980 se propuso y comprobó que el extremo esternal de esta pieza ósea sería un buen indicador de la edad y se incorporó como nuevo sitio para estimar la edad de muerte por observación directa (Iskan *et al.* 1984a y 1984b)

Iskan, Loth y Wright (1984a) realizaron un análisis sistemático sobre esta región, considerando una muestra de extremos esternales de 4° costillas derechas provenientes de procedimientos de autopsia practicados a 93 individuos masculinos caucasoides estadounidenses, de edad documentada, los que fueron analizados en relación a tres componentes: la profundidad de su indentación o cavidad (Componente I), la forma de esta indentación (Componente II) y las configuraciones del borde y la pared del extremo esternal (Componente III).; cada uno de estos componentes fue dividido en seis estadios o fases.

Los resultados obtenidos en este primer trabajo señalaron que es posible estimar la edad al morir a partir de una costilla de individuos de más o menos 22 años hasta aproximados los 57 y 60 años.

Los autores descubrieron que la forma de la indentación (o cavidad) y las configuraciones de borde y pared del extremo esternal, produjeron mejores resultados que sólo la profundidad absoluta de la indentación. En otras palabras, el Componente 2 y 3 son más dependientes de la edad que el Componente 1.

Considerando más detalladamente los componentes del extremo esternal de la costilla, el componente I (profundidad de la indentación o cavidad) fue medido en base a la mayor distancia entre el piso de la cavidad y la pared adyacente anterior o posterior. Es relevante señalar que los bordes craneales y caudales no son considerados dentro de la medición, ya que se han detectado largas proyecciones óseas que estarían más asociadas al sexo que a la edad (Fisher 1955, Semine y Damon 1975) Además, para este mismo componente, se constató que desde la fase 1 a la fase 4, el promedio de edad incrementó en 10 años. En síntesis, los autores proponen que este componente no es un buen indicador de la edad después de la década de los 50 años. Otro aspecto, pero que se vincula a la naturaleza del tejido óseo es que se ha postulado que la "profundización" de la fosa es en realidad una acumulación de hueso periosteal producido en los lados de las costillas. El adelgazamiento del hueso y la erosión del suelo de la cavidad pueden ser debido a la reabsorción endosteal (Iskan *et al.* 1984b)

Para los Componentes II y III (forma de indentación y configuraciones de borde y pared, respectivamente) los resultados sugieren que estos cambios detectados en las costillas ocurren más rápidamente antes de los treinta años y que se asocian más a la edad que el componente I.

Por otra parte, los investigadores notaron que con respecto al componente II, la fase 2 es definida fundamentalmente por la formación de la indentación o cavidad en forma de "V", comenzando el desarrollo de este rasgo al final de la adolescencia, para luego ser más activo en la segunda década de vida, disminuyendo su velocidad y finalmente cesando al término de la tercera década.

Los hallazgos permitieron admitir este estudio como comparable al de la sínfisis pública, en el sentido de que los cambios metamórficos en la costilla fueron distinguidos desde una fase a la próxima en cada componente. También la costilla podría proporcionar una estimación de la edad en individuos sobre los 58 años (a través del componente III) por los 62 años (de acuerdo al componente II) y hasta los 65 (componente I)

Se establece en esta investigación (Ischan *et al* 1984a) que la variación individual se incrementa después de la tercera década, por lo que debería aumentar la dificultad al estimar edad en costillas más seniles. Debieran también considerarse algunos factores críticos al estimar edad desde el esqueleto en general, tales como error interobservador, la variabilidad humana, estado de salud y enfermedad y la ocupación. Para la costilla propiamente tal, un último problema es el de la conservación de la pieza a través del tiempo, siendo más afectados los extremos esternales más seniles. Otros factores que debieran considerarse son la variación intercostal y la diferencia entre sexos. Al respecto, los investigadores plantean que la 3  y 5  costillas no debieran diferir en morfología de la 4  costilla y por lo tanto, pueden entregar resultados igual de confiables. Al momento de esta publicación, no se habían efectuado estudios formales acerca de las diferencias en el cálculo de la edad a partir de las costillas del lado opuesto. Con respecto al sexo femenino, los autores proponen desarrollar estándares para este grupo.

En un segundo estudio (Ischan *et al.*1984b), los autores incorporan una muestra de 118 individuos masculinos caucosides norteamericanos. A cada extremo esternal se le asignó una de nueve fases (Fase 0 a fase 8), de acuerdo a las características que presentaba, (este sistema de análisis de fase, resume en cada estadio los tres componentes juntos, estudiados en la publicación anterior) En los resultados se observó que durante las fases 1 a 4, correspondientes al rango de 17 a 28 años, las transformaciones son más rápidas y uniformes, con rangos etarios más acotados. Luego de los 39 años (Fase 5) las modificaciones son más variadas con rangos de edad más amplios. Según los autores, los primeros cambios morfológicos en costillas no fueron vistos hasta después de los 16 años, cuando posiblemente se produjo el cese del crecimiento. En otros términos, las primeras modificaciones se

manifestaron a partir de los 17 años. En la muestra, los jóvenes menores de esta edad fueron clasificados en Fase 0 y no fueron incluidos en los análisis estadísticos del estudio.

La distribución de los extremos esternales en las distintas fases se basó en las modificaciones observadas en la forma, figura, textura y calidad general del extremo esternal. Estos cambios se producen puntualmente en la superficie articular (identación o cavidad), paredes de la costilla, bordes que rodean la superficie articular y textura y calidad del hueso en general, manifestándose de la siguiente manera y orden:

- Formación de la identación (o fosa) en la superficie articular medial, colocando especial atención en rasgos como la profundidad, forma de la cavidad, paredes y bordes que la rodean.
- Al comienzo, esta identación es casi plana, pero notoria con una superficie ondulante.
- La identación se profundiza progresivamente, adoptando, primero una forma de “V” entre las paredes anterior y posterior de la costilla, para convertirse en una “U” a medida que sus paredes se vuelven más finas.
- Con el avance de la edad, la identación es más ancha y honda. A su vez los bordes, se transforman desde regulares y redondeados a festoneados, pero aún bastante regulares.
- Los bordes se tornan cada vez más agudos e irregulares.
- Con respecto a la textura y calidad generales del hueso, en jóvenes es denso, liso y sólido; y posteriormente, en adultos mayores se vuelve delgado, quebradizo y poroso.

La metamorfosis descrita arriba constituye la referencia utilizada en posteriores evaluaciones del método de la 4^o costilla practicadas por los especialistas (antropólogos, médicos, forenses) en distintos grupos.

Para población femenina caucasoide norteamericana se formularon estándares propios, al comprobarse que los procesos etéreos normales en la costilla son específicos en cada sexo, en cuanto al promedio y patrón de la metamorfosis

(Iskan & Loth 1986b). Se detectó que las diferencias podrían obedecer a una producción hormonal distinta y al dimorfismo esquelético (Iskan *et al.* 1985) Se registró un adelanto en la formación de la indentación inicial y un patrón morfológico distinto al compararlas con varones. La Fase 1, en sexo femenino comenzó a la edad aproximada de 14 años, mientras que para varones lo fue a los 17. A la edad de 28 años, los cambios se efectúan más lentamente, fenómeno que en varones se inicia a la edad de 39 años.

Los cambios vinculados con la edad en los extremos esternales de las costillas varían entre poblaciones diferentes, como sucede con la mayor parte de los estándares osteológicos (Ottlé & Steyn 2000), por lo tanto, el factor ancestría o procedencia es una variable a considerar al momento de utilizar cualquier método de estimación de edad. Para el caso de la cuarta costilla derecha, se han formulado pruebas del método en diversas poblaciones.

Para población afroamericana (negroides estadounidenses), se sometieron a examen los estándares para población caucasoide (Iskan *et al.* 1987), hallando discrepancias en el promedio y patrón de la metamorfosis. Los análisis realizados señalaron que a pesar de que los promedios de edad por fase (desde fase 1 a la 4) en población afroamericana fueron muy similares a caucasoide, al llegar a la década de los 30, se hallaron diferencias morfológicas en afroamericanos con respecto a la población control y que van aumentando con la edad.

Los individuos afroamericanos fueron sobreestimados en edad, de tres hasta diez años (Fases 5 a 7). Por lo tanto, se concluyó, que en esta población no se requiere un método completamente nuevo, sino modificaciones específicas a los estándares para población caucasoide del mismo lugar (Iskan *et al.* 1987).

En población negroide sudafricana, también se evaluaron los estándares para población caucasoide, siendo menos precisos para predecir edad en este grupo (Ottlé & Steyn 2000) En esta muestra se observó una edad avanzada en ciertos aspectos, así como rasgos más jóvenes en otros. Hubo una tendencia hacia el retraso de la maduración (individuos toman más tiempo en exhibir rasgos relativos a la edad, posiblemente a una nutrición insuficiente principalmente en los más jóvenes). Según los autores, otros factores que

podrían estar generando variación son las enfermedades, la actividad física y las diferencias genéticas (aparición de cambios degenerativos tempranos). Por lo tanto, se efectuaron los ajustes pertinentes del método, creándose nuevas fases y rangos etéreos asociados.

En población turca también se desarrolló una evaluación del método de la cuarta costilla (Yavuz *et al.* 1998) en una muestra de 150 individuos masculinos y 144 femeninos de edad conocida al morir. Los resultados mostraron que en general las costillas de individuos turcos presentan las mismas características morfológicas que definen las fases, en casi edades idénticas, respecto de los estándares para caucásicos norteamericanos propuestos por Iscan (1984) Sólo se observó variación desde la fase 5 en ambos sexos. También se observó que las mujeres turcas entran a una fase un poco más tarde que las caucásicas norteamericanas, en tanto que en el sexo masculino ocurre lo mismo hasta la fase 5.

Un aspecto relevante a considerar al momento de evaluar un método de estimación de edad es el problema del error inter observador. Al respecto, Iscan y Loth (1986a) someten a examen el método de fases para sexo masculino, a partir de una muestra de extremos esternales que debían ser evaluados por especialistas con distinto grado de preparación. Se concluyó que el error inter observador según el nivel educacional y años de experiencia de los consultados fue mínimo (Cox & Mays 2000), siendo mayor la variación entre especímenes (extremos esternales) que entre jueces. El discreto error interobservador de esta técnica basado en la experticia de los especialistas, contrasta con lo observado en el método de sínfisis púbica y suturas craneales (Iscan y Loth 1986a)

Se sometió a la misma prueba del error inter observador, los estándares para individuos femeninos (Iscan & Loth 1986b) con los mismos resultados encontrados para los estándares masculinos, además de una asociación no discernible entre variación morfológica de la costilla y la historia del sujeto ante mortem.

En otro ámbito, la aplicación del método de Iscan requiere la presencia de una pieza ósea en particular: la 4° costilla derecha. Sin embargo, por factores tafonómicos ésta no siempre permanece, o lo hace en buen estado de conservación. Frente a estas circunstancias cabe plantearse si el método es aplicable a otras costillas.

Al respecto, Yoder *et al.* (2001) aplican la técnica de Iscan *et al.*, desde la 2ª a la 9ª costillas derechas e izquierdas, con el fin de probar su eficacia en otras piezas del tórax. Los extremos esternales corresponden a una muestra mixta de individuos arqueológicos y actuales, de hombres y mujeres de ancestría afroamericana y caucasoide. Los autores observan que no hay diferencias significativas entre series de costillas derechas e izquierdas para las piezas de la 4° a la 9°, sin embargo las costillas 2° y 3° sí presentaron estas diferencias sobre los lados derecho e izquierdo de las series, posiblemente producto de que ambas mitades del tórax están sometidas a distintos niveles de estrés², debido principalmente a la lateralidad del sujeto. También indican que no existen diferencias significativas entre los puntajes de la 4ª costilla derecha y de aquellos obtenidos desde otras costillas y tampoco entre los puntajes de fases registrados en la 3ª a 9ª costillas derechas y la 2ª izquierda con aquellos encontrados en la pieza escogida por Iscan *et al.* 1984a y b.

Sí son significativas las diferencias entre los puntajes de fases de la 2ª costilla derecha y los puntajes obtenidos de la 4ª costilla derecha.

De este modo, los autores recomiendan trabajar con precaución al momento de estimar edad en otras costillas distintas a la 4° derecha, además de efectuar el ejercicio en más de una costilla.

2.3. Alcances del Método y Limitaciones de las Osamentas analizadas

Como se señaló, el método de estimación de edad por la 4ª costilla derecha es una herramienta que realiza determinaciones casi tan confiables como el método de sínfisis púbica y entrega mayor certeza que el método de cierre de

² La 2ª y 3ª costillas se sitúan en el tórax a la altura del miembro superior. Es posible que la morfología del extremo esternal de estas piezas se vea alterado por el nivel de estrés diferencial al que están sometidos miembro derecho e izquierdo según sea la extremidad dominante (lo que en inglés se denomina “handedness”) Existe una asimetría bilateral en el miembro superior, siendo huesos y músculos significativamente más robustos en el lado dominante.

suturas craneales. Sin embargo, es aplicable en individuos desde los 14 y 17 años (cese del crecimiento) hasta los 59 años aproximadamente, pues en individuos seniles las transformaciones son más variables.

Otra limitación, pero que es propia de las osamentas a analizar, la constituye la ausencia o el estado precario en el cual se puede hallar el extremo esternal, en el contexto forense, lo que hace descartar completamente la pieza para el análisis.

En esta oportunidad, se ha escogido evaluar el Método de estimación de edad al morir, en base a la metamorfosis de la 4ª costilla derecha (Isca *et al.* 1984a y 1984b, 1985, 1987). Se busca comprobar si resulta preciso y confiable en sus estimaciones para población masculina chilena.

2.4. Error Intraobservador.

El error intraobservador corresponde a incongruencias en los resultados de dos evaluaciones, aplicadas a un mismo material, bajo las mismas condiciones. Esto es, las diferencias en los resultados de una evaluación y su réplica, efectuadas por un mismo investigador. Su porcentaje se calcula en base a un total de evaluaciones y el número de veces que se presentaron diferencias. Básicamente, este porcentaje representa la capacidad de réplica de una evaluación que se presume objetiva. El error intraobservador e interobservador (no revisado en este trabajo) cumplen una función reguladora o incluso, fiscalizadora, de la objetividad y efectividad de un método (Rebolledo 2005:54).

Capítulo 3. Hipótesis y Objetivos

3.1. Hipótesis de trabajo

- Hipótesis nula: Las estimaciones de edad efectuadas por medio del método Iscan en una muestra chilena no difieren estadísticamente respecto de aquellas estimaciones realizadas anteriormente en población norteamericana.
- Hipótesis alternativa: Las estimaciones de edad efectuadas por medio del método Iscan tienen diferencias significativas para cada fase, con respecto de aquellas hechas para población norteamericana caucasoide.

3.2 Objetivos

3.2.1. *General*

Probar la certeza y precisión de dos métodos de estimación de la edad al morir en base a la cuarta costilla derecha en individuos masculinos chilenos de edad conocida.

3.2.2. *Específicos*

- Clasificar cada uno de los extremos esternales del conjunto formado por individuos masculinos adultos (pertenecientes a la muestra seleccionada en sala de autopsias y descrita en “Materiales y Métodos”), en una de las fases propuestas de Iscan de acuerdo a sus características.
- Disminuir el error intraobservador
- Comparar los estadísticos descriptivos de la muestra chilena con los de población norteamericana.
- Evaluar el sesgo y la precisión del método en la muestra de chilenos, en base a sus intervalos de confianza.
- Generar nuevos intervalos de confianza para la muestra de chilenos.

- Determinar la correlación que existe entre las fases del método de Iscan *et al* 1984a e Iscan y Loth 1993 y la edad documentada de la muestra de chilenos.
- Efectuar distintos tipos de Análisis ANOVA para examinar si las variables descriptivas estudiadas explican la varianza debido a la edad y detectar si existen diferencias significativas entre fases.

Capítulo 4. Materiales y Métodos.

4.1 Procedimientos de Selección de muestra.

4.1.1. Toma de muestras en sala de autopsias

Entre los meses de Abril y Agosto de 2009 se realizaron las gestiones pertinentes entre la Unidad Especial de Derechos Humanos (UEDDHH), el Instituto Carlos Ybar y el Departamento de Tanatología, todas estas pertenecientes al Servicio Médico Legal de Santiago, con el fin de desarrollar el presente proyecto . Mediante estas gestiones, se logró la autorización para la toma de muestras, por lo que se comenzó este procedimiento en el mes de Septiembre de 2009.

Las actividades estandarizadas que se describen a continuación se efectuaron cada vez que se visitó la sala de autopsias durante el período de recolección de extremos costales (Septiembre de 2009 a Junio de 2010)

- Se consulta al médico a cargo de la autopsia (en el caso de tratarse de un individuo masculino) la edad documentada del fallecido al momento de morir, para constatar si cumple con el rango de edad establecido en el proyecto. Se evalúa junto con el médico las posibilidades de la extracción de la muestra y se espera su autorización para efectuar el procedimiento.
- Se ubica en la parrilla costal, la 4^a costilla derecha y se le indica al técnico dónde debe efectuar los cortes (2,5 cm. desde la unión

- costocondral hacia medial y la misma longitud hacia lateral) (ver en Anexo N° 4, Fotos N° 1 y N° 2)
- El técnico realiza los cortes y elimina el tejido muscular de la muestra (ver fotos N° 3 y N° 4 en el mismo anexo)
 - Se pone la muestra dentro de un frasco de vidrio con tapa rosca, se le coloca agua y se cierra. Finalmente se rotula el frasco con n° de Protocolo (P) y edad del individuo (E), (ver Fotos N° 5 y N° 6 en Anexo N° 4)
 - Se completa la ficha de Extracción de Muestras de 4ª costilla que indica: n° de Protocolo, fecha y hora de la extracción, médico y técnico a cargo, edad del fallecido, observaciones (ver ficha N° 1 en Anexo N° 1)
 - Se trasladan las muestras al Laboratorio n° 3 de la Unidad Especial de Derechos Humanos.
 - Posteriormente, se redacta el acta del procedimiento realizado para cada muestra tomada, documento que es firmado por la Coordinadora del Programa de DD. HH. y por la Licenciada a cargo de la investigación. Se lleva una copia a la Unidad de Tanatología y se deja el original y una copia de este documento en carpeta de Docencia del archivo de la U.E.DD.HH (ver formato N° 2 en Anexo N° 1)

4.1.2. Esqueletización de muestras

- De este universo o población (Individuos masculinos que ingresan a la Unidad de Tanatología y que son sometidos a procedimientos de autopsia) se logró reunir una muestra de 65 individuos masculinos de entre 17 y 59 años, ordenándolos en rangos de diez años (el primer rango sólo hasta los 19 años)
- Fue necesario preparar las muestras después de su extracción posterior al procedimiento de toracotomía o costotomía en la autopsia, colocándolas en agua, dentro de frascos de vidrio durante varias semanas y luego sometiéndolas a ebullición por 10 a 15 minutos, hasta que los tejidos blandos se desprendieron del fragmento óseo que se utilizó para la estimación (Isca et al 1984a y b)

- Una vez que cada muestra permaneció en remojo por algunas semanas, se procedió a esqueletizarlas. Para ello, en el Laboratorio N° 3 de la Unidad Especial de Derechos Humanos, se abrió cada frasco con su respectiva muestra debidamente rotulada, se eliminó el líquido de remojo y colocó el fragmento de costilla aún articulado con cartílago costal en una pequeña bolsa confeccionada con gasa quirúrgica y que llevó anudado por un extremo, un extenso segmento de lienza textil. Por el otro extremo de la lienza se fijó un segmento de cinta adhesiva para embalaje de color blanco y la muestra fue debidamente rotulada (con n° de Protocolo correspondiente al entregado en tanatología, la edad del individuo y el nombre de la investigadora responsable)
- Posteriormente las muestras fueron colocadas en un fondo con agua y fueron hervidas con el fin de eliminar el tejido blando de la muestra (ver Fotos N° 5, N° 6 y N° 7 de Anexo N° 4)

Es preciso indicar que se siguieron los procedimientos de esqueletización descritos en la bibliografía citada (Iscan et al 1984a y b). Sin embargo, en las primeras muestras que se procesaron, no se obtuvieron los resultados esperados (rápido desprendimiento de cartílago costal del hueso). Por esta razón, se tuvo que volver a someter las piezas a ebullición, lo que implicó que algunas resultaran dañadas.

Posteriormente, se sometieron los fragmentos esterno-costales en una solución compuesta por agua y cloro (al 5%), sometiéndolas por un fin de semana completo.

Se comprobó que los siguientes procedimientos fueron satisfactorios para eliminar el tejido blando adherido a las piezas óseas (principalmente cartílago costal):

- Remojo de la muestra en frasco de vidrio con agua potable durante una semana.
- Cambio del agua potable por una mezcla, en las mismas proporciones, de agua potable y cloro al 5 %.

4.1.3. Tabla presentación de muestra

Se exponen en la tabla N° 1 (en Anexo N° 2) los 65 extremos esternales que conforman la muestra utilizada en este estudio. Están ordenados por rango etéreo y cada fragmento exhibe la edad del individuo y el N° de protocolo asignado en sala de autopsia. La tabla N° 2 (ver Anexo N° 2), muestra la distribución de los individuos por décadas.

4.1.4 Herramientas de Evaluación.

Se aplicó el método Iscan et al (1984) para estimar edad al morir, basado en la observación macroscópica del extremo esternal de la cuarta costilla derecha, en individuos masculinos chilenos de edad conocida, autopsiados en el Departamento de Tanatología, del Servicio Médico Legal de Santiago, evaluando tres componentes (para cuantificar la metamorfosis del extremo esternal de la costilla):

- a) Profundidad de la indentación, b) forma de esta cavidad y, c) configuraciones de borde y pared de la cavidad o indentación (Iscan et al 1984b)

Una vez que se tuvieron los extremos esternales limpios y secos, se procedió a la recolección de datos. Cada extremo fue evaluado a partir de dos metodologías:

- a) Utilización de moldes de cuarta costilla desarrollados a partir del trabajo de Iscan (1993)³, mediante la comparación de cada fragmento costal con las réplicas de extremos esternales, usados en el estudio de individuos caucasoides norteamericanos y la lectura de las características de cada fase (Iscan y Loth 1993) (Ver Fotos N° 1 y 2, en página siguiente y Texto N°1 en Anexo N° 1)

³ Iscan Rib Phase Casts Developer by M. Yasar Iscan and Susan R. Loth (1993)



Foto N°1: Réplicas de extremos esternales de 4° costilla usados para la estimación de la edad. Las filas corresponden a las fases de 0 a 8 (de arriba abajo) A la derecha los moldes de individuos masculinos y a la izquierda las réplicas para individuos femeninos.



Foto N° 2: Tres primeras columnas de la izquierda de la imagen anterior. Moldes para individuos masculinos.

- b) Mediante la estimación por cada componente, según Iscan et al (1984a). El primer componente se estimó midiendo la profundidad máxima de la indentación con un calibre digital, en tanto que el segundo componente se estimó a partir de la realización de una descripción de la forma de la depresión y por último, de la descripción de bordes y paredes del extremo esternal, que caracteriza al tercer componente (ver descripción detallada de fases de cada Componente con fotografías de extremos esternales en Anexo N° 1, Texto N°2 e imágenes en página siguiente)

Análisis del error intraobservador:

Con el objetivo de asegurar una variación mínima del observador en su estimación, para cada fase dentro de cada componente, se realizó la medición del error intraobservador comparando las observaciones efectuadas en una primera oportunidad con aquellas practicadas en una segunda ocasión, a partir de la prueba Kappa de Cohen, que mide el porcentaje de acuerdo entre dos observaciones y le asigna un valor de probabilidad a este acuerdo, además del test de Stuart-Maxwell que prueba la asimetría entre dos observaciones. Ambas pruebas fueron rechazadas con un valor de p menor a 0.05

Clasificación:

Una vez clasificada la muestra de costillas para cada fase, se efectuó el cálculo de estadísticos descriptivos (Edad promedio, Desviación Estándar, Error estándar, Intervalos de Confianza y Rango de edad).

Comparación con otros trabajos y con estudio original (Iscan *et al* 1984 a y b):

Para la comparación con la metodología original, se calculó el error medio de cada fase de precisión (el promedio del valor absoluto de las distancias entre cada caso y el rango etario sugerido para cada fase, Osborne *et al.* 2008) y el sesgo (el promedio de las distancias entre cada caso y el rango etario sugerido para cada fase, considerando si los valores fueron subestimados o sobreestimados, Osborne *et al.* 2008) los cuales fueron tabulados para la estimación de la edad basada en el uso de moldes y para la estimación efectuada por cada componente. Por otra parte, se confeccionaron tablas de

doble entrada a partir de las edades documentadas y las edades estimadas para cada estimador. En este caso, las edades documentadas fueron categorizadas de acuerdo a la fase que le corresponde según las tablas proporcionadas por Iscan *et al.* 1984a e Iscan y Loth (1993)

Se realizaron tablas de doble entrada entre la edad estimada y la observada de acuerdo a las fases propuestas por Iscan, observando el número de casos subestimados y sobreestimados de la muestra de chilenos.

Por otra parte, se probó la significación de las diferentes fases, a partir de las estimaciones realizadas en la muestra de chilenos, con el fin de hallar diferencias significativas que validaran la clasificación o para fusionar fases que no hallaren diferencias significativas debido a la edad.

También se efectuó el cálculo del coeficiente de Spearman para establecer la correlación de las diferentes fases del método de Iscan (1984) con la edad documentada de los individuos.

Por último, se evaluaron el sistema fase molde y cada uno de los componentes de acuerdo a distintos tipos de análisis Anova. Se efectuaron análisis Anova paramétricos y no paramétricos para observar, en primer lugar si las variables descriptivas (fase molde, c1, c2 y c3) explican la varianza debida a la edad y por otra parte, para observar si se encontraron diferencias significativas entre fases.

Capítulo 5. Resultados

Los extremos esternales de costilla fueron evaluados a partir de dos métodos:

- Mediante la comparación de las muestras con los moldes de Iscan y Loth (1993), junto a sus respectivas descripciones de fases, y
- A través de la evaluación de cada componente por separado según método Iscan *et al* 1984a.

La tabla N° 3, del Anexo N° 2 (izquierda) expone la estadística descriptiva y el intervalo de confianza del 95% del promedio, de la evaluación de los extremos esternales de población chilena de acuerdo a las fases caracterizadas en los moldes de referencia (a esta evaluación se le denominará “Fase Molde”)

En la muestra estudiada, las fases 0 y 8 del método de Iscan no están representadas en la muestra de chilenos. Ninguno de los extremos esternales examinados presentó rasgos característicos de estos estadios. Solo un individuo fue compatible con las características de la fase 2, por lo que no fue posible generar un intervalo de confianza para ésta.

La edad promedio incrementa a medida que avanzan las fases, sin embargo esto ocurre solo hasta la fase 6, puesto que en el estadio 7, la edad promedio es menor que la anterior.

Al observar los rangos de edad presentados en la última columna es posible advertir que solo en las primeras tres fases los rangos no se solapan. En las fases 3 y 4, los rangos etarios se sobreponen en las edades más tempranas.

Desde la fase 3 la variabilidad es muy amplia con rangos etáreos cuya extensión aumentan con el estadio, a excepción de la fase 7 que es representada por solo dos individuos.

Para observar cómo se comporta el método analizado en la muestra de población chilena, con respecto a la muestra de población norteamericana, se exponen a modo comparativo, la estadística descriptiva para ambos grupos (ver en Anexo N° 2, Tabla N° 3 completa)

En relación a las edades promedio, hay similitud entre las muestras de chilenos y caucasoides, sin embargo la desviación estándar en las fases 3, 4 y 5 para población chilena es más amplia.

La fase 4 propuesta por Iscan (op. Cit), para las fases representadas en los moldes de referencia, reunió en la muestra de chilenos, individuos de 20, 30 y 40 años, representando un grupo muy variado en cuanto a la edad. En la fase 5 aún se registran individuos de 20 años. La presencia de jóvenes veinteañeros

en estos estadios, sugiere que la propuesta de Iscan tiende a sobreestimar la edad de algunos individuos juveniles. Sin embargo, se observa un fenómeno parecido en la muestra norteamericana, pero en fases 3 y 4.

La fase 5 es la que registra el mayor número de individuos chilenos de la muestra. El intervalo de confianza calculado para este estadio se posiciona en el gráfico de intervalo de confianza (ver en Anexo N° 3, gráfico N° 2), desplazado levemente hacia la derecha, en comparación con el mismo intervalo en la muestra de norteamericanos. Además, este rango no se solapa con el de la fase previa y ni con el de la fase posterior.

En fase 6, el tamaño muestral es similar en ambos estudios. En el gráfico de intervalos de confianza para la muestra de chilenos (ver Anexo N° 3, Gráfico N° 2), se aprecia una estrecha barra representando a la fase 6 y un rango de 5 años entre esta fase y la previa, que no está cubierto.

La fase 7 es la que posee la muestra más baja, registrando una edad promedio menor que la fase anterior, la desviación estándar más baja de la muestra y el intervalo de confianza más alto respecto de las otras fases.

Con respecto a los intervalos de confianza por fases, se notó similitud (en cuanto a sus valores) en la fase 1 de la muestra de chilenos con respecto a la muestra de norteamericanos. En fase 2 no fue posible establecer este intervalo, como ya se mencionó (ver además en Anexo N° 3, gráfico N° 2)

Es relevante indicar que los intervalos de las fases para caucasoides norteamericanos no se solapan, a excepción de las fases 3 y 4 que se superponen casi completamente (ver gráfico N°1 en Anexo N° 3) Resulta sugerente una fusión de éstas (posiblemente algunos rasgos propuestos para cada fase no son diagnósticos de la edad).

Cada uno de los estadios de Iscan está representado por 12 o más extremos esternos (menos la fase 1). Mientras que en la muestra chilena, existen dificultades con el tamaño muestral, el número de individuos es más

heterogéneo entre una fase y otra. Esto repercute en el valor de los estadísticos descriptivos de la muestra chilena (D.S., intervalos de confianza, etc.)

Refiriéndonos ahora, al análisis de cada Componente de manera independiente, es posible advertir que tampoco están representadas, en la muestra de chilenos la primera y última fase (Fase 0 y 5)

Para el Componente 1, “profundidad de la indentación o cavidad del extremo costal” (ver en Anexo N° 2, Tabla N° 4, izquierda), las edades promedio encontradas en la muestra son similares (sus valores) a los de población caucasoide norteamericana, a excepción de la fase 4 (con una diferencia de seis años).

Con respecto a los rangos de edad por fase, se observó la presencia de individuos de 50 años en las fases 2, 3 y 4 (extremos esternos subestimados en edad), mientras que en la muestra de población caucasoide, existen incluso individuos mayores, de 64, 67 y 76 años en fases 2, 3 y 4 respectivamente), generando desviaciones estándar amplias.

En relación a los intervalos de confianza calculados para población norteamericana, existe traslape entre las tres últimas fases, mientras que en población chilena, los intervalos se superponen en las fases más tempranas (ver Anexo N° 3, gráficos N° 3 y 4)

Respecto al Componente 2, forma de la cavidad, también comparando ambas muestras (chilena v/s caucasoide norteamericana) (ver en Anexo N° 2, Tabla N° 4) Se observó que las edades promedio en chilenos difieren (en cuanto a sus valores), de las halladas en población norteamericana (Fase 1, 2 años; Fase 2, 10 años; Fase 3, 10 años) Existen altas desviaciones estándar (comparadas con las registradas en caucasoides) Los límites inferiores de los rangos de edad son similares entre las fases 2, 3 y 4, entre chilenos y norteamericanos, caracterizados por presentar rangos etéreos amplios, reuniendo tanto jóvenes como adultos mayores.

Los intervalos de confianza para la muestra chilena se sobreponen en las fases 3 y 4, pudiendo existir una fusión entre estos estadios (ver en Anexo N° 3, gráfico N° 5)

Para el Componente 3, configuraciones de borde y pared (ver en Anexo N° 2, Tabla N° 4), la edad promedio de los chilenos experimenta un aumento considerable entre la fase 1 y 2, lo que no ocurre con la muestra norteamericana. Desde la 2ª a la 3ª fase, la edad promedio se mantiene en la década de los 30 años, para finalmente aumentar aproximadamente 10 años, en la fase 4. Esto no ocurre en la muestra norteamericana donde el aumento de la edad promedio por fases es más homogéneo (en 10 años aprox. por fase).

Examinando los rangos de edad (última columna de la tabla N° 4, Anexo N° 2) es posible notar la presencia de un individuo de 52 años, cuyo extremo esternal presenta bordes y paredes características de fase 2, lo que podría influir en el intervalo de confianza correspondiente, el cual abarca la fase siguiente (fase 3) (ver en Anexo N° 3, Gráfico N° 6) donde existen uno o más individuos de 20 años que son los menores del rango etario. Con respecto a la fase 4, encontramos un individuo de 30 años, sin embargo su intervalo de confianza no se sobrepone a las fases menores.

Considerando la tabla de resultados para norteamericanos, se observa que las edades promedio aumentan en 10 años aproximadamente. Sin embargo, es posible notar individuos de 66 años en la fase 3, donde el menor tiene 21 años. En cuanto a los intervalos de confianza de la población norteamericana, éstos no se sobreponen en ninguna fase (ver en Anexo N° 3, gráfico N° 7)

Los resultados encontrados en las fases 3 y 4 (Componente 3) de la muestra de extremos esternales de chilenos, no presentan grandes diferencias comparadas con aquellas cifras registradas en la muestra norteamericana.

Al examinar la suma de puntajes en la muestra chilena (ver en Anexo N° 3, gráfico N° 8), vemos que en el puntaje 7, el intervalo de confianza es muy amplio, abarcando el resto de los puntajes superiores. Mientras que en la muestra norteamericana (ver Gráfico N° 9, en el mismo Anexo), el intervalo de puntaje 4 se sobrepone en los rangos de todos los puntajes hasta el 8, el 12 se

monta en 10 y 11, y 15 lo hace sobre 13 y 14, pero también abarcando 10, 11 y 12. El puntaje 6 en la muestra de chilenos está representado por una estrecha barra bordeando los 20 años de edad.

En el Anexo N° 4 (desde foto N° 16 a 34), se presentan imágenes de extremos esternales de población chilena representativos de las fases correspondientes a los métodos estudiados.

Análisis de Casos chilenos Estimados y Observados según Fases de Iscan y Loth 1993 e Iscan *et al.* 1984a (con intervalos de confianza hallados por los autores en muestra de norteamericanos)

Las Tablas N° 5 a N° 9 (Anexo N° 2), presentan en color verde las cifras de casos de individuos chilenos correctamente estimados, en tanto que sobre esta diagonal están representados casos subestimados y hacia abajo los casos sobreestimados por Iscan.

Para el caso de Fase Molde, los individuos correctamente estimados sumaron 29. Ninguno de los extremos esternales de la muestra fue considerado correctamente como fase 2.

Se obtuvo un total de 18 individuos subestimados en edad y 11 casos sobreestimados.

Para Componente 1 (ver Tabla N° 6 en Anexo N° 2), ningún extremo esternal fue clasificado en las Fases 4 y 5. Los casos correctamente estimados sumaron 6, mientras que los subestimados corresponden a una alta cifra de 37 individuos mientras que los sobreestimados en edad fueron 15.

Se obtuvieron 16 casos correctamente estimados para Componente 2 (ver Tabla N° 7 de Anexo N° 2) Fueron 22 los extremos esternales subestimados y 3 los sobreestimados en edad. Ninguno de los individuos fue correctamente estimado como Fase 5.

Para Componente 3 (ver Tabla N° 8, Anexo N° 2) se obtuvieron 22 casos correctamente evaluados. Los subestimados en edad fueron 21, en cambio los sobreestimados sumaron 8 casos. Ninguno de los individuos fue estimado como Fase 5.

Al sumar los puntajes de Componentes, se registraron 9 casos estimados correctamente, una alta cifra de 47 subestimados y 9 sobreestimados (ver en Anexo N° 2, Tabla N° 9)

Análisis de Casos Estimados y Observados según Fases del Nuevo Método (método corregido. Fases con intervalos de confianza calculados en muestra de chilenos)

En nuestro estudio también se evaluaron aciertos y errores de estimación para fase molde y fase componente, ahora según nuevo método (ver Anexo N° 2, Tablas N° 10 a 14)

Los casos correctamente estimados para Fase Molde sumaron 27 extremos esternales (ver Tabla N° 10) No se registraron individuos estimados como Fases 2, 6 y 7. Los casos subestimados fueron 8, mientras que los sobreestimados 25. Todos los individuos sub o sobreestimados se hallan adyacentes a la línea de los correctamente estimados, similar a lo que ocurre con las fases de método Iscan. Además, es posible notar que estos extremos esternales se concentran desde la fase 3 en adelante. En conclusión, los resultados de la comparación entre ciertos y errores para el nuevo método en comparación con el método de Iscan *et al.* (AÑO) muestran que existe una alta cifra de casos sobreestimados, según el Nuevo método o método corregido.

El Componente 1 (ver Tabla N° 11), registra 20 casos estimados correctamente, 17 subestimados y 22 sobreestimados.

Para el Componente 2 (ver Tabla N° 12) los valores son 19 (correctamente evaluados), 19 subestimados y 11 sobreestimados, que se distribuyen por todas las fases.

En el Componente 3 (ver Tabla N° 13), existen 24 casos correctamente estimados, 9 subestimados y 16 sobreestimados.

Finalmente, para Suma de Componentes solo 5 son los extremos esternales correctamente evaluados, mientras que se registran 3 subestimados y 31 casos

sobreestimados que se concentran en los observados de Fase 4. No se observaron individuos correctamente estimados como Fase 3.

Análisis del Sesgo y la Precisión por Fases en sistema Moldes y sistema Componentes

Estudiando los intervalos de confianza propuestos por Iscan, se agruparon los extremos externos de la muestra de chilenos por fases, tanto para el sistema de moldes como para el sistema de componentes. Con esta información se calculó el sesgo en la estimación, es decir, suma total de la distancias entre cada caso y el intervalo de confianza, en consideración del signo (Osborne *et al.* 2004). Este estadístico da una idea aproximada de sesgo de cada indicador, en donde valores cercanos a cero supondrían ausencia de sesgo, valores positivos indicarían una sobreestimación del indicador, en tanto que valores negativos indicarían subestimación del indicador. Por otra parte, se calculó el error medio (en inglés *mean error*) que corresponde a la suma de todas las distancias entre cada caso y el intervalo de confianza, sin considerar el signo, lo que entrega información de cuál es el error de precisión que presenta cada indicador. Finalmente se calcularon los promedios de estos valores por fases para método de Iscan y Nuevo Método.

Los resultados se exponen a modo comparativo en las tablas N° 15 a N° 19 (ver en Anexo N° 2)

Examinando Fase Molde (ver Tabla N° 15), es posible observar que para la Fase 1, es el método de Iscan el que registra valores iguales a 0, en sesgo y precisión, igual que en fase 2. Mientras que en el resto de las fases, los menores valores se registran en el método de chilenos.

Para el Componente 1 (ver Tabla 16), las fases 1 y 2 del método para chilenos, muestran un sesgo menor y precisión mayor que el Método de Iscan.

En las fases 3 y 4, sólo los promedios de error absoluto son menores que los calculados para el método Iscan. En tanto que, respecto al Componente 2 (ver

Tabla N° 17), todos los valores calculados son favorables para el Nuevo Método.

La Fase 1 del Componente 3 (ver Tabla N° 18) exhibe promedios iguales a 0 en los dos métodos evaluados. Para Fase 2, los valores del método para chilenos son menores que los hallados en Método Iscan, mientras que en las Fases 3 y 4 sólo el sesgo es menor.

En la Suma de Componentes (ver Tabla N° 19), desde el puntaje 3 al 7 el método para chilenos presenta valores iguales a 0 en sesgo y precisión, en el puntaje 8 los valores del método para chilenos son menores que para método Iscan, mientras que en el Puntaje 9, sólo el sesgo es menor respecto al método de Iscan (op. cit.) Finalmente, en los Puntajes 10 y 11, es el método de Iscan el que presenta menor sesgo y mayor precisión.

Significación entre Fases, Sistema Molde y Componentes de Nuevo Método.

Se testeó la significación entre las distintas fases del nuevo método, para fase molde y para cada componente, obteniéndose los siguientes resultados (ver desde Tabla N° 20 a N° 23 en Anexo N° 2)

Aquellas fases contiguas que no presentaron diferencias significativas se fusionaron, conformándose un nuevo sistema (ver conjunto de Tablas N° 24, en Anexo N° 2). Respecto al sistema de moldes, éste quedó conformado por 4 fases, en tanto que y para el componente 1, éste se redujo a 3 fases, al igual que los Componente 2 y 3.

De este nuevo sistema se registraron los casos estimados v/s observados. Para el sistema de los moldes (ver Tabla N° 25) se observaron 27 individuos correctamente estimados, 4 subestimados y 6 sobreestimados.

Para el sistema de Componentes, y específicamente el Componente 1 (ver Tabla N° 26), los casos estimados de manera correcta fueron 19, los subestimados 16 y los sobreestimados 14.

El Componente 2 (ver Tabla N° 27) registra 9 extremos esternales correctamente evaluados, 3 subestimados y 10 sobreestimados.

Finalmente, para el Componente 3 (ver Tabla N° 28), los individuos correctamente evaluados fueron 22, los subestimados 8 y los sobreestimados 4.

Se establecieron los nuevos intervalos de confianza, a los cuales se les efectuaron los cálculos del sesgo y el error medio (ver Tablas N° 29c, 29f, 29i y 29l) y se presentan de modo comparativo con las cifras ya vistas para Iscan y Nuevo Método (ver Tabla N° 29).

Para el sistema de moldes, se observa que las cifras del sesgo y el error medio son menores en el Método Iscan en comparación con el método 4 fases, sin embargo los errores para este último son menores que los del método de 7 fases (método corregido), mientras que ocurre lo inverso con el error medio.

Para Componente 1, el método chileno por 4 fases (nuevo método) presenta el menor sesgo y error medio en comparación con los otros dos métodos. En el caso del Componente 2, la Fase 1 registra valores iguales a 0 en método de fases colapsadas, en tanto que la precisión en Fase 2, es la mejor que la de los métodos restantes. Por último, para el Componente 3 en Fase 1, se registran valores iguales a 0 en los tres sistemas, en tanto que en la Fase 2 y 3 los resultados son menores en el nuevo método, salvo el error absoluto, el cual es menor en el método de fases colapsadas.

Análisis de la Correlación entre fases de costillas y la edad del individuo.

Se midió el nivel de correlación, por una parte, entre Fases Molde y edad documentada y también entre Fases de Componentes y edad documentada, para Método Iscan, Nuevo Método y Fases Colapsadas, calculando el coeficiente de Spearman (ver Anexo N° 2, Tablas 30 y 31)

Al examinar los valores de ρ (rho) es posible advertir que la mayor correlación se registra en el sistema de moldes (métodos Iscan y fases colapsadas)

Mientras que para el sistema de componentes, el nuevo método (método corregido) presenta las correlaciones más altas en todos los componentes.

Análisis de Varianza.

Con respecto a los análisis de varianza (Anova), y específicamente a los test paramétricos, es posible indicar que en general, el test de Bartlett para igualdad de varianzas fue rechazado, a excepción de las variables C1y C2 (método de Iscan) y fase molde (método chileno de 7 fases) y C1 (método chileno de 4 fases) Además, a grandes rasgos, los valores residuales de los análisis presentan media cercana a cero y no rechazan el test de normalidad de Shapiro-Wilk, a excepción de las variables c1 (método de Iscan *et al* 1984a) y c1 (del método chileno de 4 fases) (Ver tablas de análisis de varianza desde página nº 28)

Capítulo 6. Discusión.

Ya en los años 60 se establecía la existencia de transformaciones en costillas que se vinculaban con el paso de la edad. Estos cambios fueron registrados mediante diversas técnicas de observación, sin embargo, en esa oportunidad no se generó ninguna herramienta sistemática o método para efectuar estimaciones de edad.

En la década de los '80, un grupo de investigadores efectúa algunos estudios que suplen esta carencia formulando una secuencia de fases descriptivas que se basa en las transformaciones manifestadas en el extremo esternal de la cuarta costilla derecha. Sin embargo y debido a la gran variabilidad de la población humana, se requiere de la evaluación de esta metodología en la población en la cual será utilizada. Este estudio, constituyó una investigación exploratoria que se efectuó con el objetivo de evaluar, uno de los métodos empleados para estimar edad en osamentas de individuos adultos, que requiere necesariamente ser utilizado en conjunto con otros métodos que

involucran distintos hitos anatómicos, pues las estimaciones basadas en un solo método no son precisas. Al respecto:

“En el adulto, el patrón de estimación no es obvio ni fácilmente reconocible. La certeza con la cual puede determinarse la edad post-natal, usando los métodos tradicionales, está inversamente correlacionada con la edad del individuo al morir. Existen muchas explicaciones posibles para estas irregularidades imprevisibles del proceso de envejecimiento en la edad adulta. Primero, ésta se caracteriza por el remodelamiento sutil de los huesos. Además, cada esqueleto adulto está «marcado» por sus experiencias individuales, que varían entre otras cosas por la complejidad de factores externos tales como los medios cultural y ambiental. No existen dos individuos que muestren los efectos de la edad en una misma proporción o que manifiesten cambios de edad exactamente de la misma manera en las diferentes partes del esqueleto. La variación individual en el sistema esquelético puede verse intensificada por la exposición diferencial a stress de cada parte de la anatomía. Asimismo, algunos factores pueden tener un impacto mayor en una región que en otra, como el embarazo y parto sobre la sínfisis púbica femenina” (Paredes *et al.* 1997)

Esta última cita pertenece a una investigación anterior efectuada con una muestra de individuos chilenos, que se conformó de 171 extremos esternales de individuos masculinos de la Colección Juan Munizaga, sepultados durante la década de los '70 en el Cementerio General de Santiago, Región Metropolitana. En esta evaluación se establecieron los rangos de edad de la muestra por fases, la edad promedio para cada una de estas y la respectiva desviación estándar.

Nuestro estudio, reunió una muestra actual de extremos esternales de individuos masculinos, que se pretende ampliar debido a la ausencia de piezas clasificadas en ciertas fases y que no permitieron establecer los respectivos intervalos de confianza, además de la necesidad de acotar los que sí se lograron establecer.

El universo al que pertenecen los individuos que conforman la muestra, son aquellos que ingresan a sala de autopsias del Servicio Médico Legal de Santiago y que corresponden a personas halladas muertas en toda la Región Metropolitana. Generalmente se trata de muertes violentas producidas por accidentes, homicidios, suicidios o en circunstancias en donde la causa o manera del fallecimiento no está claramente establecida. La mayor parte de estos individuos pertenecieron a los niveles socioeconómicos bajo o medio bajo de ancestría mestiza con predominancia del componente mongoloide.

Del Estado de Conservación de las muestras a analizar

Las costillas a evaluar por medio de este método debían estar en buen estado de conservación. Costillas con bordes destruidos, erosionados, etc. fueron clasificadas en fases equivocadas (fueron descartadas), por lo tanto es recomendable que en estas condiciones no sean evaluadas. Si la 4ª costilla no está presente o está muy mal conservada, se permite considerar otras como la 5ª, 6ª, 7ª, 8ª o 9ª cuyas evaluaciones no presentan diferencias estadísticamente significativas con las estimaciones de la cuarta pieza (Yoder *et al.* 2001)

De los moldes de Cuarta Costilla derecha⁴

Se comprobó que los moldes del método de Iscan y Loth (1993) no representan fielmente los rasgos descritos por el autor. Se observó que en las fases más seniles, estas copias no exhibieron las características propias de estas etapas: disminución del grosor de paredes, porosidad y fragilidad, que sí son mencionados en las descripciones que hace Iscan de sus fases. Por lo tanto, el uso de estos moldes debiera realizarse de manera cuidadosa siguiendo las indicaciones de los autores en la descripción de las fases (ver encabezado de Texto N° 1, en Anexo)

De los Estadísticos Descriptivos de la muestra de chilenos

⁴ Iscan Rib Phase Casts Developer by M. Yasar Iscan and Susan R. Loth (1993)

La ausencia de extremos esternales representativos de las Fases 0 y 8 del método por moldes y de las Fases 0 y 5 del método por Componentes se debe a que la muestra de chilenos carece de individuos menores de 17 y mayores de 59. Esto tiene varias desventajas, por una parte es imposible conocer a qué edades puntuales se detiene el crecimiento (quedando registrada esta detención en la morfología de la extremidad esternal) en jóvenes de nuestra población. Sabemos que en la muestra norteamericana el inicio de los cambios en costillas comienza a los 17 años, puesto que Iscan *et al* 1984, sí incluye a jóvenes menores de esta edad. Tampoco es posible conocer cómo se comporta el método en individuos chilenos mayores de 59 años. Por esta razón es pertinente, para un próximo estudio considerar estos segmentos de la población.

Fue posible constatar que todos los individuos de 18 años documentados, siempre fueron clasificados para Fase molde en el estadio 1. Esto sugiere que presentan rasgos muy particulares, sin existir mucha variabilidad entre ellos.

Para la Fase molde, solo se estimó un individuo en fase 2, lo que generó la imposibilidad de entregar un intervalo de confianza. En el gráfico de fase molde este individuo está representado por un punto que se sitúa entre el límite superior del intervalo de confianza de la fase 1 y el inferior de mismo intervalo de la fase 3. Esta observación también motiva a reunir una muestra más amplia para poder cubrir esta falencia. La evaluación de un grupo numeroso de individuos (aproximadamente 200 o más extremos esternales) permitiría, un análisis minucioso y acabado del método y si así lo requiere, una fusión de fases adecuada.

La edad promedio en la muestra chilena, para Fase molde aumentó a medida que las fases avanzan sin embargo esto sucede solo hasta fase 6. El reducido número de individuos para fase 7 (sólo 2 extremos esternales) podría explicar este fenómeno, tal como sucede con la fase 2. Al observar el gráfico de intervalos de confianza (ver Gráfico N° 2) se observó un rango muy amplio para este fase, abarcando los estadios 6, 5 y parte del 4. El bajo N (n° de individuos) registrado en fase 7 tuvo además otras implicancias: arrojó una desviación

estándar estrecha, por lo que la edad promedio es bastante representativa del grupo de extremos esternales y estableció el intervalo de confianza más amplio sobreponiéndose a otras fases previas.

Por otra parte, se observaron extremos esternales de jóvenes veinteañeros que fueron evaluados como Fase 5, Iscan está sobreestimando en edad a estos individuos. Es decir, hay jóvenes chilenos con costillas envejecidas, de acuerdo al método evaluado. Surgen interrogantes con respecto a las causas de este fenómeno (estrés, componente genético, etc.)

Se constató que las desviaciones estándar calculadas para la muestra chilena, se caracterizan por ser amplias, lo que significa que las edades medias son menos representativas en cada fase. Cabe preguntarnos si este problema también obedece a una muestra de individuos reducida.

Por otro lado y como un caso particular se consideró la muestra 3252, puesto que presentó rasgos característicos de una fase juvenil. El extremo esternal se encontró en muy buen estado, con paredes gruesas, hueso muy firme y sólido y con una cavidad no profunda. Se constató la edad documentada del individuo en los registros hechos en sala de autopsias y en la Secretaría del Departamento de Tanatología, donde se nos confirmó que el fallecido tenía 54 años al morir. Cabe destacar, entonces, la posibilidad de que se presenten estos casos particulares, de individuos con costillas que se mantienen jóvenes por razones diversas: sus estructuras óseas envejecían de manera tardía, lo que fue influido por la genética o son individuos que han sometido su cuerpo en vida a muy poco estrés físico. Otra alternativa sugiere que la fusión de fases en los distintos componentes analizados y en las fases molde es necesaria debido a que existen rasgos (en los extremos esternales) planteados por Iscan *et al* 1984, que no son correlativos con la edad (por lo menos para población chilena) y que presentan mucha variación en la muestra, repitiéndose tanto en costillas jóvenes como en más seniles, abarcando a veces hasta tres fases. Sin embargo un individuo no es suficiente para aclarar este inconveniente.

Otro aspecto a discutir es que cada uno de las fases de Iscan *et al*. 1984 están representados por 12 o más extremos esternales (menos la fase 1) lo que no

se cumple para las fases molde de la muestra de extremos esternales de chilenos. Esto significa que, el número de individuos analizado, influye en la amplitud de los intervalos de confianza, haciendo que mientras más individuos se consideren por fase, más acotado es este intervalo y menos solapamiento de fases existe.

De acuerdo a los resultados de las estimaciones para el sistema de Componentes, y en particular sobre los rangos de edad de cada muestra, presentados en la Tabla N° 4 (ver en Anexo Tablas), se observa que en las fases 2 y 3, se registraron individuos de más de 50 años en la muestra de chilenos y de más de 60 años en la muestra de norteamericanos (a excepción de fase 2, para componentes 2 y 3) Cabe reflexionar sobre la explicación que tendría este fenómeno. Al respecto, surge la inquietud sobre algunos de los rasgos o características que definen cada una de los componentes y sus respectivas fases en el Método de estimación de edad por la cuarta costilla derecha, si éstos efectivamente son dependientes de la edad, sobre todo las fases del Componente 1 (profundidad de la cavidad, medida en mm. y que corresponde a la única variable cuantitativa y continua del método)

La desviación estándar calculada en la muestra de chilenos, para cada fase, de cada uno de los tres componentes, es amplia. Esto también puede apreciarse en la mayor parte de los puntajes de la Suma de componentes. El fenómeno significa que la mayoría de las edades promedio calculadas para cada fase, no son representativas de las fases correspondientes.

Con respecto a los intervalos de confianza registrados por fase, para cada componente, en la muestra de costillas chilenas, es posible advertir que existe sobre posición en al menos un par de fases contiguas.

Casos Estimados v/s Observados

En cuanto a la tabla de casos estimados v/s observados de Fase Molde de acuerdo al método de Iscan (tablas N° 5 a N° 9), se observó que la mayor parte de los individuos se encuentran adyacentes a la línea de los casos correctamente estimados. Esto implica una sub o sobreestimación de los

individuos por solo una fase. El método Iscan rejuvenece o envejece en menor medida a los individuos chilenos masculinos.

Sin embargo, una excepción corresponde al Componente 1, que registra una enorme cantidad de subestimados en Fase 5 (tabla N° 6)

Para los otros Componentes los extremos sub y sobreestimados siguen al margen de la línea de los evaluados correctamente.

Al examinar las tablas de casos estimados v/s observados por Nuevo Método (con intervalos de confianza calculados para muestra chilena), se observó una alta cifra de casos sobreestimados en edad en la tabla de Fase Molde (ver Anexo N° 2, tabla N° 10) y en general, nuevamente se observa que los extremos esternales se disponen cercanos a la línea de los correctamente estimados (Tablas N° 10 a N° 14) al igual que para Fases Colapsadas (Tablas N° 25 a N° 28) reflejando un rejuvenecimiento o envejecimiento muy leve. Para el conjunto de estas nuevas fases (Fases Colapsadas), se observa que en el Componente 1 hay una alta cifra de extremos esternales subestimados en comparación con los casos correctamente estimados. Por su parte, el Componente 2 muestra una cantidad considerable de individuos sobreestimados con respecto a los extremos esternales estimados correctamente.

Del Sesgo y la Precisión del Método Iscan, del Nuevo Método y de las Fases Colapsadas

De los análisis del sesgo y la precisión se desprende que, para la muestra de chilenos, las fases 1 y 2 del método del autor por sistema moldes se comportan de manera más confiable. Se comprueba que el método describe con exactitud las características que poseen las extremidades esternales a esas edades.

En cuanto al sistema de Componentes, es el Nuevo Método el que registra menor sesgo y mayor precisión lo que podría deberse a que evalúa los extremos esternales de acuerdo a los intervalos de confianza generados para la muestra chilena. Para el Componente 3, Fases Colapsadas también se muestra confiable en sus estimaciones.

Correlaciones entre fases de ambos sistemas y la edad documentada.

En cuanto a la correlación que existe entre fases y edad documentada (ver Anexo N° 2, tablas N° 30 y 31), los hallazgos señalaron que la manera más efectiva de estimar edad en extremos esternales de individuos masculinos chilenos, es el sistema de Moldes en sus versiones método de Iscan y fases colapsadas, pues presentaron los valores más altos de correlación. Además, se observó que los componentes de Nuevo método son los que tienen mayor correspondencia con la edad y que la profundidad de la indentación (Componente 1) es la que registra la menor correlación, para el método Iscan y fases colapsadas. Al respecto, en la evaluación realizada por Iscan *et al.* 1984a se señala que “la forma de la indentación (o cavidad) y las configuraciones de borde y pared del extremo esternal, produjeron mejores resultados que sólo la profundidad de la indentación”. Entonces se comprueba que estaría ocurriendo el mismo fenómeno en ambas muestras.

Los resultados de esta investigación ofrecen nuevos intervalos de confianza por fases, ajustados a la muestra utilizada de individuos masculinos chilenos actuales. Por lo que existe una probabilidad del 95% de que la edad de una osamenta, que registre cuarta costilla derecha y que sea evaluada en su fase correspondiente esté efectivamente en el rango ofrecido.

Los desafíos que se vislumbran a futuro son ampliar la muestra de los individuos considerados en este estudio, con el fin de suplir las carencias en las fases 2 y 7 del método por moldes, de acotar los intervalos de confianza y evitar la sobre posición de fases y de evaluar el comportamiento del método en individuos seniles, como también detectar a qué edad cesa el crecimiento en jóvenes chilenos. Además, se requiere conocer qué rasgos son propios de las fases más avanzadas, pues el nuevo método registró menor precisión en estos estadios.

Otro desafío es evaluar el método de una manera distinta, que consiste en agrupar los extremos esternales y describirlos de manera distintiva de acuerdo

a sus características y así generar nuevas fases en base a las observaciones efectuadas en la muestra chilena.

Capítulo 7. Conclusiones.

De la evaluación del Método de Estimación de edad por la cuarta costilla derecha, realizada sobre una muestra de individuos chilenos registrados en la sala de autopsias, del Departamento de Tanatología, del Servicio Médico Legal, de la Región Metropolitana, se concluye que:

- Los extremos esternales escogidos para realizar una estimación de edad por este método deben estar bien conservados. El piso de la indentación o cavidad y los bordes y paredes, deben estar indemnes. Esto evita evaluaciones erróneas que entregan estimaciones equivocadas de la edad del individuo.
- Las réplicas o moldes de Iscan y Loth (1993) no representan fielmente los rasgos descritos por el autor. En fases seniles, estas copias no exhibieron las características propias de estas etapas: disminución del grosor de paredes, porosidad y fragilidad. El uso de las réplicas debe realizarse leyendo atentamente las descripciones ofrecidas por los autores. Incluso la sola lectura de las descripciones es suficiente.
- Se requiere de una muestra amplia que incluya, por una parte, individuos menores de 17 años, para conocer a qué edad, efectivamente comienzan las transformaciones en costillas, y por otra, de individuos mayores de 59 años, con el fin de examinar los cambios que experimentan las costillas de chilenos en edades seniles.
- Una muestra amplia implica además, resolver problemas como la ausencia de un intervalo de confianza para la fase 2 y la gran sobreposición de la fase 7 (por su amplio intervalo de confianza) registradas en el método por moldes.

- Todos los individuos de 18 años de la muestra, presentaron características muy definidas, clasificando en la fase 1 del sistema fase molde.
- El método Iscan rejuvenece o envejece en menor medida a los individuos chilenos masculinos, tanto en fase molde como en el sistema de componentes. En otras palabras, subestima o sobreestima, ligeramente (generalmente en una fase), los extremos esternos de la muestra chilena.
- El Nuevo Método (fases del Método de Iscan *et al.* 1984 e Iscan y Loth 1993 con nuevos intervalos de confianza) se ofrece como una manera confiable de estimar edad en 4ª costilla derecha en individuos masculinos chilenos.
- De acuerdo al análisis de correlaciones, efectuado mediante el cálculo del Coeficiente de Spearman, el sistema de estimación de edad por Moldes es el más confiable, puesto que sus fases describen cambios que dependen de la edad.
- El Componente 2 (forma de la cavidad) es el que presenta mayor correlación con la edad. Le sigue el Componente 3 (configuraciones de borde y pared) y por último el Componente 1 (profundidad de la cavidad) el menos dependiente de la edad del individuo.

Capítulo 8. Agradecimientos.

Un especial agradecimiento a Rodrigo Retamal Yermani, académico de la Universidad de Chile, por la valiosa y comprometida tutoría ofrecida para esta Investigación. A Eugenio Aspillaga Fontaine, académico de la Universidad de Chile, por sus recomendaciones y su incondicional apoyo. Al doctor Douglas Ubelaker del Departamento de Antropología del Museo de Historia Natural, del Instituto Smithsonian (Washington, DC), por las correcciones e ideas sugeridas en la etapa inicial del proyecto. A la Dra. Alejandra Jiménez Mora, Coordinadora del Programa de Derechos Humanos, del Servicio Médico Legal de Santiago, por la confianza depositada en este trabajo y por el gran apoyo

brindado. A todos los Médicos Tanatólogos y Técnicos de sala de Autopsias, del Depto. De Tanatología del SML, en especial al Doctor Mario Celis Schuck y al Sr. Jaime Olivi Crespo (Que En Paz Descansen). A Don Sergio Cornejo por su excelente y dedicado trabajo, y a todos los amigos y compañeros de la Unidad Especial de Derechos Humanos, del Servicio Médico Legal de Santiago que apoyaron esta investigación.

Capítulo 9. Bibliografía.

Brooks S T. "Skeletal Age at Death: The Reliability Cranial and Pubic Age Indicators" American Journal Physical Anthropology, Vol. 13, N°4, 1955, pp. 567-597.

Brothwell D.R. 1987. "Desenterrando Huesos. La excavación, tratamiento y estudio de restos del esqueleto humano" Fondo de Cultura Económica. España

Cox M., y Mays S. 2000 "Human Osteology" In Archaeology and Forensic Science" Cambridge University Press. New York

Dedouit, F., Bindel, S., Gainza, D., Blanc, A., Joffre F., Rougé, D., and Telmon N., "Application of the Iscan Method to Two-and Three-Dimensional Imaging of the Sternal End of the Right Fourth Rib" *Journal of Forensic Science*, Vol. 53, No. 2, March 2008, pp. 288-295.

Fischer E. Calcificación de la forma del cartílago costal. *Avances en el campo de los rayos x y medicina nuclear*. Vol. 82, 1955, pp. 474-481.

Iscan, M.Y., Loth, S.R. y Wright, R.K., "Metamorphosis at the Sternal Rib End: A New Method to Estimate Age at Death in White Males" American Journal of Physical Anthropology. Vol. 65, 1984a, pp. 147-156.

Iskan, M.Y., Loth, S.R. y Wright, R.K., "Age Estimation from the Rib by Phase Analysis: White Males" *Journal of Forensic Science*, Vol. 29, No.4, Oct. 1984b, pp.1094-1104.

Iskan, M.Y., Loth, S.R. y Wright, R.K., "Age Estimation from the Rib by Phase Analysis: White Females" *Journal of Forensic Science*, JFSCA Vol. 30, No.3, July 1985, pp. 853-863.

Iskan, M. Y. and Loth, S.R. "Determination of Age from the Sternal Rib in White Males: A Test of the Phase Method", *Journal of Forensic Science*, JFSCA, Vol. 31, No. 1, Jan. 1986a, pp. 122-132.

Iskan, M. Y. and Loth, S.R. "Determination of Age from the Sternal Rib in White Females: A test of the Phase Method", *Journal of Forensic Science*, JFSCA, Vol. 31, No 3, July 1986b, pp. 990-999

Iskan, M.Y. and Loth, S.R. "Estimation of Age and Determination of Sex from Sternal Rib. In Reichs, K.J. (Ed.): *Forensic Osteology: Advances in the Identification of Human Remains*. Springfield, Thomas, 1986 pp. 68-89. Citado de Wilton Marion Krogman y Mehmet Yasar Iskan. Charles C. Thomas. Publisher, LTD, Springfield Illinois, USA.

Iskan, M.Y., Loth, S.R. y Wright, R.K., "Racial Variation in the Sternal Extremity of the Ribs and Its Effect on Age Determination" *Journal of Forensic Science*, Vol. 32, No.2, March. 1987, pp. 452-466.

Iskan, MY y Loth, SR. (1993) Casts of Age Phases from eternal end of the rib for white males and females. France Casting, Fort Collins, Colorado.

Kerley E R. 1970 "*Estimation de Skeletal Age: After About Age 30. In Personal Identification in Mass Desasters*" edited by T D. Stewart, pp. 57-70 Smithsonian Intitution, Washington, D.C.

Klepinger L. "Fundamentals of Forensic Anthropology" Foundations of Human Biology. Matt Cartmill and Kaye Brown, Series Editors. Willey-Liss 2006

McKern TW, T.D. Stewart. "*Skeletal Age Changes in Young American Males*" Headquarters, Quartermaster Research and Development Command, Technical Report EP-45, Natick, Mass 1957

Meindl R S., C O. Lovejoy "*Ectocranial Suture Closure: A revised Method for the Determination of Skeletal Age at Death Base on the Lateral-anterior Sutures*" American Journal Physical Anthropology. Vol 68, 1985, pp. 57-66.

Oettlé AC, Steyn M. "Age Estimation from External Ends of Ribs by Phase Analysis in South African Blacks" *Journal of Forensic Science* Vol. 45, No.5, 2000, pp. 1071-1079.

Osborne D. L., T. L. Simmon and S. P. Nawrocki. "Reconsidering the Auricular Surface as an Indicator of Age at Death" *Journal of Forensic Science*, September 2004, Vol. 49, No. 5, pp. 1-7.

Paredes C., Hagn C., Constantinescu F. "Estimación de Edad en la Población Chilena Actual" Excerpta N° 9, Noviembre 1997. Facultad de Ciencias Sociales. Universidad de Chile

Rebolledo M. "Métodos Cualitativos en la Determinación del Sexo: Una Revisión Metodológica de sus Aplicaciones, Limitaciones y Grados de Exactitud" Memoria para optar al título de Antropólogo Físico. 2005. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Sociales. Departamento de Antropología.

Reichs K. "Forensic Osteology. Advances in the Identification of Human Remains" Second Edition, 1998. Charles C Thomas, Publisher, Ltd. USA.

Semine, A. y A. Damon Costochondral ossification and aging in five populations. *Human Biology* 47: 101-116.

Stewart, T D. The Rate of Development of Vertebral Osteoarthritis in American Whites and its Significance in Skeletal Age Identification. *The Leech*, Vol. 28, N° 3, 4, 5, pp. 144-151.

Suchey J M. S. Brooks “*Skeletal age determination based on the os pubis: a comparison of the Acsádi-Nemeskeri and Suchey-Brooks methods*” *Human Evolution* Vol. 5, N° 3, 1990, pp. 227-238

Todd TW “Age Changes in the Pubic Bone” *American Journal Physical Anthropology* Vol. 3 n° 3, 1920 pp. 285-334

Todd T W, D W Lyon “*Endocranial Suture Closure: Its Progress and Age Relationship. Part I, Adult Males of White Stock*” *American Journal Physical Anthropology*, Vol. 7, N° 3, 1924, pp. 325-384.

Ubelaker D. “Enterramientos humanos. Excavación, análisis, interpretación” Smithsonian Institution. Munibe Suplemento 24, Gehigarria. Aranzadi. Sociedad de Ciencias 2007

Yoder C, Ubelaker DH, Powel JF. “Examination of Variation in Sternal Rib End Morphology Relevant to Age Assessment” *Journal of Forensic Science* 2001; 46(2): 223-227.

White T. D. 1991. *Human Osteology*. Academy Press, New York.

Programas utilizados en la etapa de Análisis de datos:

- Hoja de cálculo Microsoft Excel Office 2007
- “Programa Estadístico STATA”

Anexos.

Anexo N° 1: Formatos y Textos.

Formato Nº 1

Ficha Extracción de Muestras Método 4º Costilla

Nº de Protocolo: _____
Fecha Toma de Muestra: _____ Hora: _____
Responsable Autopsia: _____
Responsable Toma de Muestra: _____
Identificación del fallecido: _____
Edad documentada: _____ Documento: _____

Observaciones: _____

Formato Nº 2



ACTA

Santiago, ___(día),___(mes) ____ (año)

A través del presente documento se informa y constata del procedimiento de extracción de muestra por parte de la Licenciada en Antropología Física Paulina Marambio V., de la Unidad de Especial de Derechos Humanos, para la ejecución del Proyecto “Evaluación del Método de Estimación de Edad por la 4ª costilla derecha en Población Masculina Chilena”

El día ____ (día), ____ (mes) de ____ (año) se extrae el **extremo esternal de la 4ª costilla derecha** del **Protocolo ____ (Nº)**

DRA. ALEJANDRA JIMENEZ MORA
COORDINADORA PROGRAMA DE DD.HH.

PAULINA MARAMBIO V.
LIC. ANTROPOLOGÍA FÍSICA

CC.-

- Dra. María San Martín Herrera Médico Jefe Depto. de Tanatología
- Archivo U.E.DD.HH

İŞCAN RIB PHASE CASTS

Developed by M. Yaşar İşcan & Susan R. Loth

Citation: İŞCAN, MY and LOTH, SR (1993) Casts of Age Phases from the Sternal End of the Rib for White Males and Females. France Casting, Fort Collins, Colorado

It is important to carefully read the following phase descriptions while matching your specimen to a cast. They contain necessary information describing the specific age related features depicted in the casts as well as other vital factors to consider such as bone density, edge sharpness, and important configurations like projections and pit shapes. These will be particularly helpful in deciding between the 2 closest phases. Please note that age estimation with this method is range-based - the mean ages derived in the original studies should not be used as point estimates nor for calculations of inaccuracy and bias. Finally, the authors suggest reading the references listed on the box cover to gain a better understanding of the rib phase method.

MALE RIB PHASE DESCRIPTIONS

- Phase 0 (16 & younger):** The articular surface is flat or billowy with a regular rim and rounded edges. The outer surface of the sternal rib end is bordered by an epiphyseal ring. The bone itself is smooth, firm and very solid (M0).
- Phase 1 (17-19):** There is a beginning amorphous indentation in the articular surface, but billowing may also still be present. The rim is rounded and regular. The epiphyseal ring has disappeared. In some cases scallops may start to appear at the edges. The bone is still firm, smooth and solid (M1a, M1b).
- Phase 2 (20-23):** The pit is now deeper and has assumed a V-shaped appearance formed by the anterior and posterior walls. The walls are thick and smooth with a scalloped or slightly wavy rim with rounded edges. The bone is firm and solid (M2a, M2b).
- Phase 3 (24-28):** The deepening pit has taken on a narrow to moderately wide U-shape. Walls are still fairly thick with rounded edges. Some scalloping may still be present but the rim is becoming more irregular. The bone is still quite firm and solid (M3a, M3b).
- Phase 4 (26-32):** Pit depth is increasing, but the shape is still a narrow to moderately wide U. The walls are thinner, but the edges remain rounded. The rim is more irregular with no uniform scalloping pattern remaining. There is some decrease in the weight and firmness of the bone, however, the overall quality of the bone is still good (M4a, M4b).
- Phase 5 (33-42):** There is little change in pit depth, but the shape in this phase is predominantly a moderately wide U. Walls show further thinning and the edges are becoming sharp. Irregularity is increasing in the rim. Scalloping pattern is completely gone and has been replaced with irregular bony projections. The condition of the bone is fairly good, however, there are some signs of deterioration with evidence of porosity and loss of density (M5a, M5b, M5c).
- Phase 6 (43-55):** The pit is noticeably deep with a wide U-shape. The walls are thin with sharp edges. The rim is irregular and exhibits some rather long bony projections that are frequently more pronounced at the superior and inferior borders. The bone is noticeably lighter in weight, thinner and more porous, especially inside the pit (M6a, M6b, M6c).
- Phase 7 (54-64):** The pit is deep with a wide to very wide U-shape. The walls are thin and fragile with sharp, irregular edges and bony projections. The bone is light in weight and brittle with significant deterioration in quality and obvious porosity (M7a, M7b, M7c).
- Phase 8 (65 and older):** In this final phase the pit is very deep and widely U-shaped. In some cases the floor of the pit is absent or filled with bony projections. The walls are extremely thin, fragile and brittle with sharp, highly irregular edges and bony projections. The bone is very lightweight, thin, brittle, friable and porous. "Window" formation is sometimes seen in the walls (M8a, M8b, M8c).

Texto Nº 1: Descripción de cada Fase Molde con el rango de edad sugerido.

Texto N° 2: Descripción de cada Fase por Componente (ver imagen de las distintas fases por componentes en página siguiente)

Componente I. Profundidad de la cavidad (ver en siguiente página 1ª columna)

Fase 0: Extremo plano a levemente ondulado con indentación o cavidad no mayor que 1.1 mm.

Fase 1: Formación de la cavidad con profundidades de 1.1 a 2.5 mm.

Fase 2: Profundidades de 2.6 a 4.5 mm.

Fase 3: Profundidades de 4.6 a 7 mm.

Fase 4: Profundidades de 7 a 10 mm.

Fase 5: Profundidades de 10.1 o más.

Componente II. Forma de la cavidad (ver en siguiente página, 2ª columna)

Fase 0: Estado usado para individuos juveniles o adolescentes sin formación de cavidad o con superficie plana u ondulada.

Fase 1: Cavidad baja y amorfa presente.

Fase 2: Formación de cavidad en forma de “V” con paredes gruesas.

Fase 3: La cavidad adopta forma de “U” con paredes menos gruesas.

Fase 4: Cavidad en forma de “U” ancha con paredes delgadas.

Fase 5: Cavidad en forma de “U” ancha más profunda, quebradiza y pobre en textura con alguna desintegración de hueso.

Componente III. Configuraciones de bordes y paredes (ver en siguiente página, 3ª columna)

Fase 0: Aquellos individuos con un borde regular y suave, sin formación de paredes.

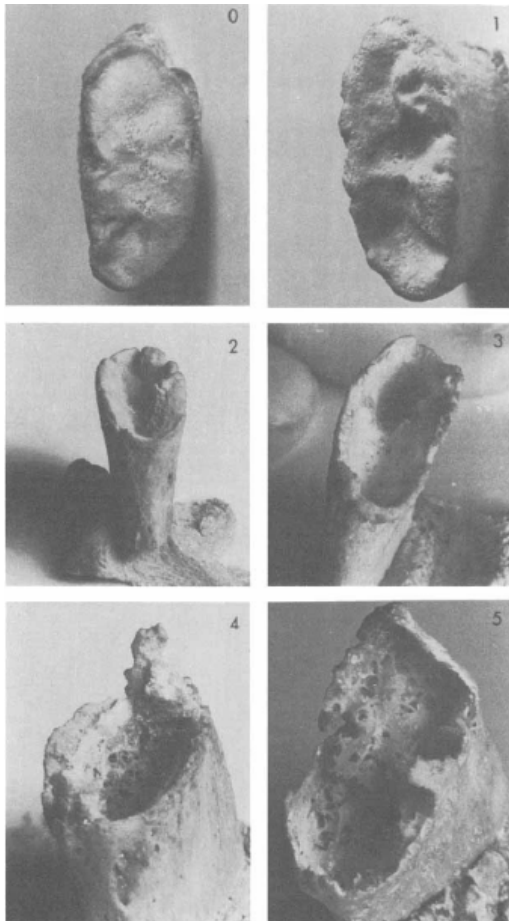
Fase 1: Inicio de paredes con borde grueso, liso y regular.

Fase 2: Paredes gruesas y lisas visibles con un borde ligeramente ondulado.

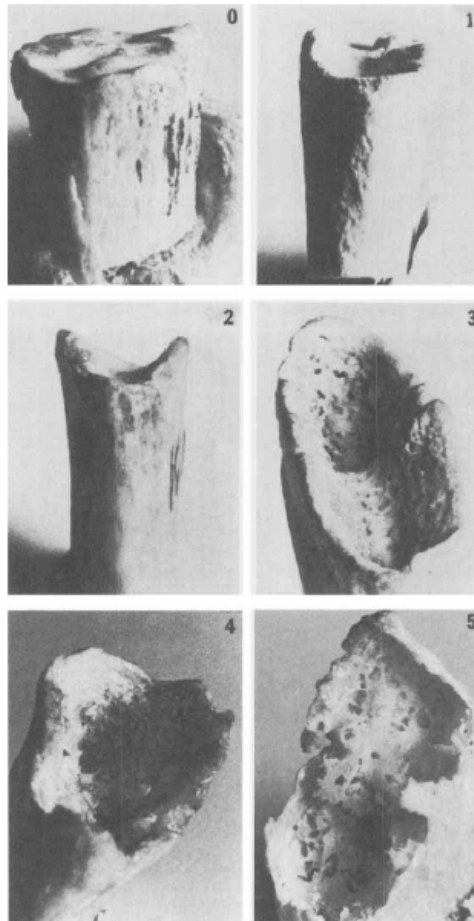
Fase 3: Transición al estado más irregular. Las paredes son más delgadas pero firmes y perdieron su carácter ondulado. No hay deterioro significativo en la textura del hueso.

Fase 4: Borde afilado e irregular con proyecciones óseas frecuentes en los márgenes craneal y caudal. Las paredes están más delgadas y muestran deterioros.

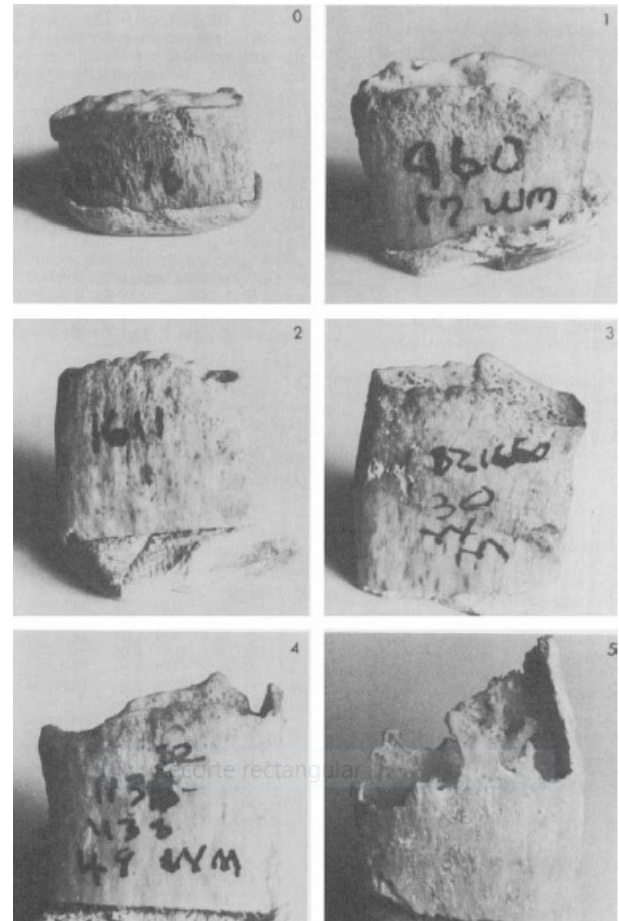
Fase 5: La textura de la pared es débil y porosa. El borde es muy afilado quebradizo y muy irregular con largas proyecciones óseas. Ocasionalmente, como la profundidad de la cavidad aumenta, se forman ventanas en áreas donde las paredes no están completas.



Componente I. Profundidad de la cavidad



Componente II. Forma de la cavidad



Componente III. Configuraciones de borde y pared

Anexo N° 2: Tablas.

Extremos Esternales (edad/N° protocolo)	Rangos Etarios				
	N°	15-19 años	20-29 años	30-39 años	40-49 años	50-59 años
1	18(3241-09)	20 (2766-09)	38 (2725-09)	47 (2724-09)	57 (2808-09)
2	19(3463-09)	26 (2807-09)	36 (2770-09)	49 (2896-09)	52 (2837-09)
3	18(3652-09)	27 (2955-09)	30 (3152-09)	48 (3229-09)	51 (3162-09)
4	17 (215-10)	29 (3231-09)	36 (3227-09)	46 (3474-09)	51 (3245-09)
5	18(1379-10)	27 (3268-09)	38 (3269-09)	41 (3572-09)	52 (3230-09)
6	18(1432-10)	25 (3311-09)	31 (3317-09)	49 (3593-09)	54 (3252-09)
7		28 (3315-09)	37 (3401-09)	41 (3656-09)	55 (3404-09)
8		20 (3316-09)	38 (3407-09)	45 (3696-09)	55 (3397-09)
9		22 (3398-09)	35 (3393-09)	45 (1347-10)	54 (3618-09)
10		27 (3597-09)	37 (3592-09)	46(1440-10)	51 (3654-09)
11		24 (3613-09)	36 (1355-10)	48(1446-10)	54 (3653-09)
12		20 (3697-09)	38(1435-10)	40(1499-10)	56 (3691-09)
13		27 (1387-10)	38(1442-10)	42(1500-10)	59 (3695-09)
14		29 (1445-10)	32(1491-10)		52 (1441-10)
15		29 (1492-10)	37(1496-10)		52 (1497-10)
16		23 (1494-10)			

Tabla N° 1: Extremos esternales que conforman la muestra de individuos chilenos analizados, separados por rango de edad.

Intervalos de Edad	N	%
15-19	6	9.2
20-29	16	24.6
30-39	15	23.1
40-49	13	20
50-59	15	23.1
Total	65	100.0
Rango de edad (años)	17-59	

Tabla Nº 2: Distribución de la muestra de individuos chilenos por décadas

Estadística Descriptiva Población Chilena

Estadio o puntaje	N	Edad Promedio	Desviación Estándar	Error Estándar	Intervalo de confianza de 95% del promedio	Rango de Edad
Fase Molde						
1	5	17,8	0,45	0,2	17,3-18,4	17-18
2	1	19	0	0	...	19-19
3	7	25,9	6,04	2,28	20,3-31,4	20-37
4	12	29,8	7,32	2,11	25,2-34,5	20-46
5	22	39,7	7,57	1,61	36,3-43,0	27-54
6	16	51,2	5,81	1,45	48,1-54,3	37-59
7	2	50,5	2,12	1,5	31,4-69,6	49-52
8	0	...	...	...	...	...
Total	65	37,39	11,65	1,45	...	17-59

Estadística Descriptiva Población caucasoide norteamericana.

Estadio o puntaje	N	Edad Promedio	Desviación Estándar	Error Estándar	Intervalo de confianza de 95% del promedio	Rango de Edad
Fase Molde						
1	4	17,3	0,5	0,25	16,5-18,0	17-19
2	15	21,9	2,13	0,55	20,8-23,1	20-23
3	17	25,9	3,5	0,85	24,1-27,7	24-28
4	12	28,2	3,83	1,11	25,7-30,6	26-32
5	14	38,8	7	1,87	34,4-42,3	33-42
6	17	50	11,17	2,71	44,3-55,7	43-55
7	17	59,2	9,52	2,31	54,3-64,1	54-64
8	12	71,5	10,27	2,97	65,0-78,0	65+
Total	108	41	7,51	0,72	39,6-42,4	17-65+

Tabla Nº 3: Estadística Descriptiva de Fase Molde en muestra de chilenos y en población norteamericana (muestra de Iscan *et al.* 1984a)

Estadística Descriptiva Población Chilena							Estadística Descriptiva Población caucasoide norteamericana.						
Estadio o puntaje	N	Edad Promedio	Desviación Estándar	Error Estándar	Intervalo de confianza de 95% del promedio	Rango de Edad	Estadio o puntaje	N	Edad Promedio	Desviación Estándar	Error Estándar	Intervalo de confianza de 95% del promedio	Rango de Edad
I. Profundidad de la indentación o cavidad							I. Profundidad de la indentación o cavidad						
1	3	21,3	6,65	3,84	17-37,9	17-29	1	9	20,3	3,32	1,11	17,8-22,9	17-25
2	13	31,7	13,36	3,71	23,6-39,8	18-52	2	29	30,7	12,40	2,30	26,0-35,4	18-64
3	41	38,4	11,32	1,77	34,8-42	20-59	3	31	40,9	13,72	2,46	35,8-46,0	21-67
4	8	48,6	6,5	2,3	43,2-54,1	38-56	4	9	55,0	15,39	5,13	43,2-66,8	32-76
5	0	...	...	...	...	...	5	4	57,5	12,92	6,46	36,9-78,1	44-70
Total	65	37,39	11,65	1,45	...	17-59	Total	82	37,9	16,15	1,78	34,8-40,9	17-85
II. Forma de la indentación o cavidad							II. Forma de la indentación o cavidad						
1	7	19,7	4,19	1,58	17-23,6	17-29	1	4	17,3	0,50	0,25	16,5-18,0	17-18
2	17	33,4	9,59	2,33	28,4-38,3	19-54	2	15	22,8	3,28	0,85	21,0-24,6	18-30
3	29	41	11	2,04	36,8-45,2	20-59	3	28	30,5	9,61	1,82	26,8-34,3	19-66
4	12	45,5	10,87	3,14	38,6-52,4	23-57	4	22	47,1	1,61	2,48	41,9-52,2	26-67
5	0	...	...	...	...	...	5	15	61,6	12,94	3,34	54,4-68,8	44-85
Total	65	37,39	11,65	1,45	...	17-59	Total	84	38,4	17,26	1,88	34,7-42,2	17-85
III. Configuraciones de borde y pared							III. Configuraciones de borde y pared						
1	3	17,7	0,58	0,34	17-19,1	17-18	1	5	17,8	1,30	0,58	16,2-19,4	17-20
2	12	31,3	12,58	3,63	23,3-39,3	18-52	2	25	24,1	3,55	0,71	22,7-25,6	18-31
3	36	37,2	10,98	1,83	33,5-40,9	20-59	3	20	34,3	11,62	2,60	28,9-39,7	21-66
4	14	48,1	7,41	1,98	43,8-52,4	30-57	4	16	49,5	11,21	2,80	43,5-55,5	32-71
5	0	...	...	...	...	...	5	16	58,2	11,53	2,88	52,0-64,3	43-76
Total	65	37,39	11,65	1,45	...	17-59	Total	82	37,8	16,67	1,84	34,2-41,5	17-76
Total puntajes componentes							Total puntajes componentes						
3	2	17,5	0,71	0,49	17-23,9	17-18	3	3	17,0	0,00	0,00	17,0-17,0	17-17
4	2	23,5	7,77	5,49	18-29	18-29	4	2	19,0	1,41	1,00	17,0-31,7	18-20
5	2	18	0	0	18-18	18-18	5	4	22,5	3,32	1,66	17,2-27,8	18-25

6	3	19,7	0,57	0,33	18,2-21,1	19-20	6	7	23,1	4,06	1,53	19,4-26,9	18-30
7	3	36	9,53	5,51	27-59,7	27-46	7	12	24,9	3,63	1,05	22,6-27,2	19-31
8	16	36,1	9,25	2,31	31,2-41,1	22-54	8	9	27,0	4,90	1,63	23,2-30,8	21-36
9	19	37,8	10,76	2,47	32,6-43,0	20-59	9	10	37,8	13,21	4,18	28,3-47,3	24-66
10	10	46,4	11,08	3,51	38,7-54,3	23-55	10	8	47,1	12,03	4,25	37,1-57,2	30-64
11	7	48,9	7,4	2,8	42,0-55,7	37-57	11	6	48,5	9,89	4,03	38,1-58,8	41-67
12	1	52	0	...	...	52-52	12	7	47,6	11,75	4,43	36,7-58,4	32-67
TOTAL	65	37.39	11,65	1,45	...	17-59	13	5	56,0	10,32	4,61	43,2-68,8	44-71
							14	4	63,5	12,26	6,13	44,0-83,0	52-76
							15	4	57,5	12,92	6,46	36,9-78,1	44-70
							TOTAL	84	37,3	16,81	1,83	33,8-41,0	17-76

Tabla N° 4: Estadística Descriptiva Fases Componente de muestra chilena v/s muestra norteamericana.

Tablas Casos Estimados v/s Observados según Fases de Iscan.

FM		Observadas							Total
		1	2	3	4	5	6	7	
Estimadas	1	5	0	0	0	0	0	0	5
	3	0	0	1	3	0	0	0	5
	4	0	1	1	3	2	1	0	8
	5	0	0	0	4	11	7	0	22
	6	0	0	0	0	2	9	5	16
	7	0	0	0	0	0	2	0	2
Total		5	2	1	10	16	19	5	58

Tabla N° 5: Edades estimadas v/s observadas para Fase Molde.

C1		Observadas				Total
		1	2	3	5	
Estimadas	1	1	1	0	0	2
	2	5	2	0	5	12
	3	3	10	3	23	39
	4	0	0	0	8	8
Total		9	13	3	36	61

Tabla N° 6: Edades estimadas v/s observadas para Componente 1.

C2		Observadas					Total
		1	2	3	4	5	
Estimadas	1	5	0	1	0	0	6
	2	0	1	4	2	0	7
	3	0	1	5	10	3	19
	4	0	1	1	5	2	9
Total		5	3	11	17	5	41

Tabla N° 7: Edades estimadas v/s observadas para Componente 2.

C3		Observadas					Total
		1	2	3	4	5	
Estimadas	1	3	0	0	0	0	3
	2	3	0	3	2	1	9
	3	0	3	13	4	6	26
	4	0	0	2	6	5	13
Total		6	3	18	12	12	51

Tabla N° 8: Edades estimadas v/s observadas para Componente 3.

C		Observadas							Total
		4	5	6	7	8	9	15	
Estimadas	3	1	1	0	0	0	0	0	2
	4	0	1	0	0	0	1	0	2
	5	0	2	0	0	0	0	0	2
	6	0	1	2	0	0	0	0	3
	7	0	0	0	0	1	1	1	3
	8	0	0	1	0	3	2	10	16
	9	0	0	1	0	4	2	12	19
	10	0	0	0	1	0	1	8	10
	11	0	0	0	0	0	0	7	7
	12	0	0	0	0	0	0	1	1
Total		1	5	4	1	8	7	39	65

Tabla N° 9: Edades estimadas v/s observadas para Suma de Componentes.

Tablas de Edades Observadas y Estimadas Nuevo Método (con intervalos de confianza calculados para muestra chilena)

NFm		Observadas				Total
		1	3	4	5	
Estimadas	1	4	0	0	0	4
	3	0	1	3	1	5
	4	0	3	4	4	11
	5	0	0	4	18	22
	6	0	0	0	16	16
	7	0	0	0	2	2
Total		4	4	11	41	60

Tabla N° 10: Edades estimadas v/s observadas para Fase Molde.

NOC1		Observadas				Total
		1	2	3	4	
Estimadas	1	2	1	0	0	3
	2	5	2	2	3	12
	3	4	11	11	11	37
	4	0	0	2	5	7
Total		11	14	15	19	59

Tabla N° 11: Edades estimadas v/s observadas para Componente 1.

NOC2		Observadas				Total
		1	2	3	4	
Estimadas	1	6	1	0	0	7
	2	3	4	4	2	13
	3	1	4	3	12	20
	4	1	1	1	6	9
Total		11	10	8	20	49

Tabla N° 12: Edades estimadas v/s observadas para Componente 2.

NOC3		Observadas				Total
		1	2	3	4	
Estimadas	1	3	0	0	0	3
	2	3	2	1	3	9
	3	0	11	11	5	27
	4	0	1	1	8	10
Total		6	14	13	16	49

Tabla N° 13: Edades estimadas v/s observadas para Componente 3.

NOC		Observadas					Total
		4	5	6	7	8	
Estimadas	3	2	0	0	0	0	2
	4	2	0	0	0	0	2
	5	2	0	0	0	0	2
	6	3	0	0	0	0	3
	7	1	0	1	0	1	3
	8	6	0	1	0	3	16
	9	7	0	1	0	4	19
	10	2	0	0	1	0	10
	11	2	0	0	0	0	7
	12	0	0	0	0	0	1
Total		27	1	12	4	21	65

Tabla N° 14: Edades estimadas v/s observadas para Suma de Componentes.

Tabla Comparativa de Sesgo y Precisión hallados por Fase en Método de Iscan y Nuevo Método.

	Iscan	
Fase Molde	prom error	prom abs
fase 1	0	0
fase 2	0	0
fase 3	0,043	2,985
fase 4	1,6	3,4
fase 5	0,923	3,068
fase 6	-0,356	0,969
fase 7	-3,8	3,8

	Nuevo método	
Fase Molde	prom nerror	prom nabs
fase 1	-0,048	0,048
fase 2	...	...
fase 3	0,717	2,107
fase 4	0,653	2,107
fase 5	0,252	3,274
fase 6	-0,61	1,935
fase 7	0	0

Tabla N° 15: Comparación de error y error absoluto según Iscan con resultados de nuevo método para Fase Molde.

	Iscan	
componente 1	prom error	prom abs
fase 1	1,767	2,3
fase 2	1,308	7,15384615
fase 3	-1,302	5,390
fase 4	-0,925	0,925

	Nuevo método	
componente 1	prom nerror	prom nabs
fase 1	0	0
fase 2	0,619	4,465
fase 3	0,26829268	6,463
fase 4	-0,6875	1,163

Tabla N° 16: Comparación de error y error absoluto según Iscan con resultados de nuevo método para Componente 1.

	Iscan	
componente 2	prom error	prom abs
fase 1	1,857	1,857
fase 2	9,329	9,682
fase 3	8,424	9,210
fase 4	-2,267	4

	Nuevo método	
componente 2	prom nerror	prom nabs
fase 1	0,771	0,771
fase 2	0,041	3,5
fase 3	0,221	5,214
fase 4	-1,417	3,05

Tabla N° 17: Comparación de error y error absoluto según Iscan con resultados de nuevo método, para Componente 2.

	iscan	
componente 3	prom error	prom abs
fase 1	0	0
fase 2	6,858	9,942
fase 3	2,325	4,653
fase 4	-1,429	1,643

	nuevo método	
componente 3	prom nerror	prom nabs
fase 1	0	0
fase 2	0,475	4,058
fase 3	0,308	5,919
fase 4	-0,757	2,443

Tabla N° 18: Comparación de error y error absoluto según Iscan con resultados de nuevo método para Componente 3.

Componente	iscan	
	prom error	prom abs
Puntaje 3	0,5	0,5
Puntaje 4	0	0
Puntaje 5	0	0
Puntaje 6	-0,133	0,133
Puntaje 7	8,867	8,867
Puntaje 8	6,813	6,963
Puntaje 9	0,384	2,016
Puntaje 10	-2,12	2,12
Puntaje 11	-0,157	0,157
Puntaje 12	0	0

Componente	nuevo método	
	prom nerror	prom nabs
Puntaje 3	0	0
Puntaje 4	0	0
Puntaje 5	0	0
Puntaje 6	0	0
Puntaje 7	0	0
Puntaje 8	0,044	3,437
Puntaje 9	0,258	4,565
Puntaje 10	-2,296	2,564
Puntaje 11	-0,634	1,086
Puntaje 12	...	...

Tabla N° 19: Comparación de error y error absoluto según Iscan con resultados de nuevo método, para suma Componentes.

Tabla Resumen de Significación entre fases Sistemas Fase Molde y Componentes.

Fase Molde	1	2	3	4	5	6	7
1	.	.	.	.	.	.	.
2	0,0833	.	.	.	.	.	.
3	0,0038*	0,1244	.	.	.	.	.
4	0,0015*	0,1083	0,2186	.	.	.	.
5	0,0006*	0,0963	0,0007*	0,0016*	.	.	.
6	0,0009*	0,101	0,0002*	0*	0,0001*	.	.
7	0,0326*	0,2207	0,0396*	0,0283*	0,0593	0,5722	.

Tabla N° 20: Resultados significación para Fase Molde.

Componente 1	1	2	3	4	5
1	.	.	.	.	.
2	0,1357	.	.	.	.
3	0,0186*	0,0699	.	.	.
4	0,0141*	0,0088*	0,0148*	.	.
5	.	.	.	.	.

Tabla N° 21: Resultados significación para Componente 1.

* La diferencia es significativa

Componente 2	1	2	3	4	5
1	.	.	.	.	.
2	0,001*	.	.	.	.
3	0,0001*	0,0201*	.	.	.
4	0,0006*	0,0056*	0,2174	.	.
5	.	.	.	.	.

Tabla N° 22: Resultados significación para Componente 2.

Componente 3	1	2	3	4	5
1	.	.	.	.	.
2	0,0196*	.	.	.	.
3	0,0044*	0,1492	.	.	.
4	0,008*	0,0011*	0,0026*	.	.
5	.	.	.	.	.

Tabla N° 23: Resultados significación para Componente 3.

Nuevas Fases Molde	
nfm 1	Fm 1 y 2
nfm 2	Fm 3 y 4
nfm 3	Fm 5
nfm 4	Fm 6 y 7

Nuevas Fases Componente 1	
nc1=1	C 1 y 2
nc1=2	C 3
nc1=3	C 4

Nuevas Fases Componente 2	
nc2=1	C 1
nc2=2	C 2
nc2=3	C 3 y 4

Nuevas Fases Componente 3	
nc3=1	C 1
nc3=2	C 2 y 3
nc3=3	C 4

Tabla Conjunto N° 24: Fases Colapsadas.

Tablas de Edades Observadas y Estimadas del Método con Fases Colapsadas.

FMC		Observadas				Total
		1	2	3	4	
Estimadas	1	4	0	0	0	4
	2	0	8	2	0	10
	3	0	4	8	2	14
	4	0	0	2	7	9
Total		4	12	12	9	37

Tabla N° 25: Edades estimadas v/s observadas para Fases Colapsadas de Fase Molde.

C1C		Observadas			Total
		1	2	3	
Estimadas	1	3	2	3	8
	2	12	11	11	34
	3	0	2	5	7
Total		15	15	19	49

Tabla N° 26: Edades estimadas v/s observadas para Fases Colapsadas de Componente 1

C2C		Observadas		Total
		2	3	
Estimadas	1	3	0	3
	2	6	0	6
	3	10	5	15
Total		19	5	24

Tabla N° 27: Edades estimadas v/s observadas para Fases Colapsadas de Componente 2.

C3C		Observadas			Total
		1	2	3	
Estimadas	1	3	0	0	3
	2	3	11	8	22
	3	0	1	8	9
Total		6	12	16	34

Tabla N° 28: Edades estimadas v/s observadas para Fases Colapsadas de Componente 3

Tablas de Sesgo y Precisión hallados por Fase, método Iscan v/s nuevo método v/s fases colapsadas.

29a	iscan	
Fase Molde	prom error	prom abs
fase 1	0	0
fase 2	0	0
fase 3	0,043	2,986
fase 4	1,6	3,4
fase 5	0,923	3,068
fase 6	-0,356	0,969
fase 7	-3,8	3,8

29b	nuevo método	
Fase Molde	prom nerror	prom abs
fase 1	-0,048	0,048
fase 2	...	...
fase 3	0,717	2,107
fase 4	0,653	2,107
fase 5	0,252	3,274
fase 6	-0,61	1,935
fase 7	0	0

29c	Fases Colapsadas	
Fase Molde	prom error	prom abs
fase 1	0,002	0,112
fase 2	0,792	2,476
fase 3	0,252	3,274
fase 4	-0,463	1,928

29d	iscan	
componente 1	prom error	prom abs
fase 1	1,767	2,3
fase 2	1,308	7,154
fase 3	-1,302	5,390
fase 4	-0,925	0,925

29e	nuevo método	
componente 1	prom nerror	prom abs
fase 1	0	0
fase 2	0,619	4,464
fase 3	0,268	6,463
fase 4	-0,688	1,163

29f	Fases Colapsadas	
componente 1	prom error	prom abs
fase 1	1,046	5,066
fase 2	0,261	6,485
fase 3	-0,678	1,163

29g	iscan	
componente 2	prom error	prom abs
fase 1	1,857	1,857
fase 2	9,329	9,682
fase 3	8,424	9,210
fase 4	-2,267	4

29h	nuevo método	
componente 2	prom nerror	prom abs
fase 1	0,771	0,771
fase 2	0,041	3,5
fase 3	0,221	5,214
fase 4	-1,417	3,05

29i	Fases Colapsadas	
componente 2	prom error	prom abs
fase 1	0	0
fase 2	2,968	2,968
fase 3	-0,270	6,231

29j	iscan	
componente 3	prom error	prom abs
fase 1	0	0
fase 2	6,858	9,942
fase 3	2,325	4,653
fase 4	-1,429	1,643

29k	nuevo método	
componente 3	prom nerror	prom abs
fase 1	0	0
fase 2	0,475	4,058
fase 3	0,308	5,919
fase 4	-0,757	2,443

29l	Fases Colapsadas	
componente 3	prom error	prom abs
fase 1	0	0
fase 2	0,056	6,654
fase 3	-0,885	2,306

Tabla Nº 29: Conjunto de tablas comparativo de sesgo y precisión, método Iscan, nuevo método y método fases colapsadas.

Coeficiente de Correlación de Spearman

Fase Molde	ρ (rho)	prob > | t |
Observaciones Método Iscan	0.8556	0.0000
Observaciones Nuevo Método	0.8221	0.0000
Observaciones Fases Colapsadas	0.8565	0.0000

Tabla Nº 30: Resultados de la Correlación entre Fase Molde y edad documentada.

Componente 1	ρ (rho)	prob > | t |	Componente 2	ρ (rho)	prob > | t |	Componente 3	ρ (rho)	prob > | t |
Observaciones Método Iscan	0.4602	0.0001	Observaciones Método Iscan	0,5641	0,0000	Observaciones Método Iscan	0,5362	0,0000
Observaciones Nuevo método	0.9658	0,0000	Observaciones Nuevo Método	0,9546	0.0000	Observaciones Nuevo Método	0,9618	0,0000
Observaciones Fases Colapsadas	0.4467	0.0002	Observaciones Fases Colapsadas	0.5962	0.0000	Observaciones Fases Colapsadas	0.5288	0.0000

Tabla Nº 31: Correlación entre Componentes y edad documentada.

Análisis de Varianza

Análisis de Varianza Fase Molde

Número de Obs.	65		R-cuadrado	0.7452	
Raíz MSE	6.5955		R-cuadrado ajustado	0.7188	
Fuente	Suma de Cuadrados Parcial	DF	MS	F	Prob>F
Modelo	7377.11981	6	1229.51997	28.26	0.0000
F. molde	7377.11981	6	1229.51997	28.26	0.0000
Residual	2523.3404	58	43.5005868		
Total	9900.15385	64	154.689904		

Test de Bartlett para igualdad de varianzas: $\chi^2(5) = 18.5921$
 $\text{prob.} > \chi^2 = 0.002$

Valores residuales del análisis de varianza.

Variable	Obs.	Promedio	D.S.	Mín.	Máx.
rfm	65	2.87e-08	6.278727	-141.875	16,16667

Test de Shapiro-Wilk para datos normales.

Variable	Obs.	W	V	Z	Prob>z
rfm	65	0.98453	0.897	-0.236	0.59324

Prom. Fila- Prom. Co- lumna	1	2	3	4	5	6
2	1.2 1.000					
3	8.05714 0.631	6.85714 0.987				
4	12.0333 0.087	10.8333 0.866	3.97619 0.950			
5	21.8818 0.000	20.6818 0.173	13.8247 0.002	9.84848 0.016		
6	33.3875 0.000	32.1875 0.003	25.3304 0.000	21.3542 0.000	11.5057 0.001	
7	32.7 0.000	31.5 0.030	24.6429 0.004	20.6667 0.018	10.8182 0.557	-0.6875 1.000

Tabla N° 32: Comparación de edad documentada por Fase Molde (Scheffe)

Anova No Paramétrico

fm	Chi- cuadrado	Grados de libertad	Probabilidad	Chi- cuadrado con colas	Grados de libertad	Probabilidad
	47.558	6	0.001	47.641	6	0.0001

Análisis de Varianza Componente 1 (profundidad de la indentación o cavidad)

Número de Obs.	65		R-cuadrado	0.7452	
Raíz MSE	6.5955		R-cuadrado ajustado	0.7188	
Fuente	Suma de Cuadrados Parcial	DF	MS	F	Prob>F
Modelo	2246.89173	3	748.96391	5.97	0.0012
C1	2246.89173	3	748.96391	5.97	0.0012
Residual	7653.26212	61	125.463313		
Total	9900.15385	64	154.689904		

Test de Bartlett para igualdad de varianzas: $\chi^2(3) = 4.2658$
 Prob> $\chi^2 = 0.234$

Valores residuales del análisis de varianza.

Variable	Obs.	Promedio	D.S.	Mín.	Máx.
rc1	65	-2.52e-08	9.898162	-22.5	20.64706

Test de Shapiro-Wilk para datos normales.

Variable	Obs.	W	V	Z	Prob>z
rc1	65	0.96221	2.191	1.698	0.04475

Prom. Fila- Prom Colum na	1	2	3
2	10.359 0.559		
3	17.0813 0.101	6.72233 0.323	
4	27.2917 0.008	16.9327 0.015	10.2104 0.147

Tabla N° 33: Comparación de edad documentada por Componente 1 (Scheffe)

Anova No Paramétrico

C1	Chi-cuadrado	Grados de libertad	Probabilidad	Chi-cuadrado con colas	Grados de libertad	Probabilidad
	14.687	3	0.0021	14.713	3	0.0021

Análisis de Varianza Componente 2 (forma de la indentación o cavidad)

Número de Obs.	65		R-cuadrado	0.3666	
Raíz MSE	10.1386		R-cuadrado ajustado	0.3355	
Fuente	Suma de Cuadrados Parcial	DF	MS	F	Prob>F
Modelo	3629.84292	3	1209.94764	11.77	0.0000
C2	3629.84292	3	1209.94764	11.77	0.0000
Residual	6270.31092	61	102.791982		
Total	9900.15385	64	154.689904		

Test de Bartlett para igualdad de varianzas: $\chi^2(3) = 6.0006$
 Prob> $\chi^2 = 0.112$

Valores residuales del análisis de varianza.

Variable	Obs.	Promedio	D.S.	Mín .	Máx.
rc2	65	-2.52E-08	9.898162	-22.5	20.64706

Test de Shapiro-Wilk para datos normales.

Variable	Obs.	W	V	Z	Prob>z
rc2	65	0.98282	0.996	-0.008	0.50329

Prom. Fila- Prom. Columna	1	2	3
2	13.6387 0.038		
3	21.2857 0.000	7.64706 0.119	
4	25.7857 0.000	12.1471 0.024	4.5 0.645

Tabla N° 34: Comparación de edad documentada por C2 (Scheffe)

Anova No Paramétrico

C2	Chi-cuadrado	Grados de libertad	Probabilidad	Chi-cuadrado con colas	Grados de libertad	Probabilidad
	23.331	3	0,0001	23.372	3	0.0001

Análisis de Varianza Componente 3 (Configuración de bordes y paredes)

Número de Obs.	65		R-cuadrado	0.3249	
Raíz MSE	10.4673		R-cuadrado ajustado	0.2917	
Fuente	Suma de Cuadrados Parcial	DF	MS	F	Prob>F
Modelo	3216.66972	3	1072.22324	9.79	0.0000
C3	3216.66972	3	1072.22324	9.79	0.0000
Residual	6683.48413	61	109.565314		
Total	9900.15385	64	154.689904		

Test de Bartlett para igualdad de varianzas: $\chi^2(3) = 12.1800$
 Prob> $\chi^2 = 0.007$

Valores residuales del análisis de varianza.

Variable	Obs.	Promedio	D.S.	Mín.	Máx.
rc3	65	-6.90E-08	10.21907	-18.07143	21.80556

Test de Shapiro-Wilk para datos normales

Variable	Obs.	W	V	Z	Prob>z
rc3	65	0.96451	2.057	1.562	0.05912

Prom. Fila- Prom. Columna	1	2	3
2	13.5833 0.267		
3	19.5278 0.029	5.94444 0.414	
4	30.4048 0.000	16.8214 0.002	10.877 0.018

Tabla N° 35: Comparación de edad documentada por C3 (Scheffe)

Anova No paramétrico

C3	Chi-cuadrado	Grados de libertad	Probabilidad	Chi-cuadrado con colas	Grados de libertad	Probabilidad
	20.514	3	0.0001	20.550	3	0.0001

Análisis de Varianza Fase molde Nuevo método (método corregido o ajustado)

Número de Obs.	60		R-cuadrado	0.7157	
Raíz MSE	6.40136		R-cuadrado ajustado	0.7005	
Fuente	Suma de Cuadrados Parcial	DF	MS	F	Prob>F
Modelo	5776.99941	3	1925.66647	46.99	0.0000
nobsfm	5776.99941	3	1925.66647	46.99	0.0000
Residual	2294.73392	56	40.9773915		
Total	8071.73333	59	136.80904		

Test de Bartlett para igualdad de varianzas: $\chi^2(2) = 26.1789$
 Prob> $\chi^2 = 0.000$

Valores residuales del análisis de varianza.

Variable	Obs.	Promedio	D.S.	Mín.	Máx.
rnoobsfm	60	-8.94E-08	6.236489	-13.65098	13.43902

Test de Shapiro-Wilk para datos normales

Variable	Obs.	W	V	Z	Prob>z
rnoobsfm	60	0.97630	1.288	0.546	0.29270

Prom. Fila- Prom. Columna	1	3	4
3	5.5 0.689		
4	10.1818 0.071	4.68182 0.668	
5	27.561 0.000	22.061 0.000	17.3792 0.000

Tabla N° 36: Comparación de edad documentada por nobsfm (Scheffe)

Anova No paramétrico

nobsfm	Chi-cuadrado	Grados de libertad	Probabilidad	Chi-cuadrado con colas	Grados de libertad	Probabilidad
	39.787	3	0.0001	39.871	3	0.0001

Análisis de Varianza Componente 1 Nuevo método (método corregido o ajustado)

Número de Obs.	59		R-cuadrado	0.9607	
Raíz MSE	2.38009		R-cuadrado ajustado	0.9585	
Fuente	Suma de Cuadrados Parcial	DF	MS	F	Prob>F
Modelo	7613.35	3	2537.78333	447.99	0.0000
nobsc1	7613.35	3	2537.78333	447.99	0.0000
Residual	311.565254	55	5.6648228		
Total	7924.91525	58	136.63647		

Test de Bartlett para igualdad de varianzas: $\chi^2(3) = 5.4664$
 $\text{Prob}>\chi^2 = 0.141$

Valores residuales del análisis de varianza.

Variable	Obs.	Promedio	D.S.	Mín .	Máy.
rnobsc1	59	7.20e-09	2.317718	-4.789474	4.210526

Test de Shapiro-Wilk para datos normales

Variable	Obs.	W	V	Z	Prob>z
rnobsc1	59	0.98870	0.606	-1.078	0.85959

Prom. Fila- Prom. Co	1	2	3
2	8.56494 0.000		
3	18.3697 0.000	9.80476 0.000	
4	30.4258 0.000	21.8609 0.000	12.0561 0.000

Tabla N° 37: Comparación de edad documentada por nobsc1 (Scheffe)

Anova no paramétrico

nobsc1	Chi- cuadrado	Grados de libertad	Probabilidad	Chi- cuadrado con colas	Grados de libertad	Probabilidad
	53.975	3	0.0001	54.099	3	0.0001

Análisis de Varianza Componente 2 Nuevo método (método corregido o ajustado)

Número de Obs.	49		R-cuadrado	0.9301	
Raíz MSE	3.11027		R-cuadrado ajustado	0.9254	
Fuente	Suma de Cuadrados Parcial	DF	MS	F	Prob>F
Modelo	5792.67955	3	1930.89318	199.60	0.0000
nobsc2	5792.67955	3	1930.89318	199.60	0.0000
Residual	435.320455	45	9.67378788		
Total	6228	48	129.75		

Test de Bartlett para igualdad de varianzas: $\chi^2(3) = 24.2804$
 Prob> $\chi^2 = 0.000$

Valores residuales del análisis de varianza.

Variable	Obs.	Promedio	D.S.	Mín.	Máy.
rnobsc2	49	-9.12e-09	3.011507	-7.4	4.6

Test de Shapiro-Wilk para datos normales

Variable	Obs.	W	V	Z	Prob>z
rnobsc2	49	0.96227	1.747	1.188	0.11744

Prom. Fila- Prom. Columna	1	2	3
2	12.9364 0.000		
3	18.2614 0.0	5.325 0.009	
4	28.0364 0.000	15.1 0.000	9.775 0.000

Tabla N° 37: Comparación de edad documentada por nobsc2 (Scheffe)

Anova no paramétrico

nobsc2	Chi-cuadrado	Grados de libertad	Probabilidad	Chi-cuadrado con colas	Grados de libertad	Probabilidad
	43.594	3	0.0001	43.739	3	0.0001

Análisis de Varianza Componente 3 Nuevo método (método corregido o ajustado)

Número de Obs.	49		R-cuadrado	0.9669	
Raíz MSE	2.06148		R-cuadrado ajustado	0.9647	
Fuente	Suma de Cuadrados Parcial	DF	MS	F	Prob>F
Modelo	5579.58006	3	1859.86002	437.65	0.0000
nobsc3	5579.58006	3	1859.86002	437.65	0.0000
Residual	191.236264	45	4.24969475		
Total	5770.81633	48	120.22534		

Test de Bartlett para igualdad de varianzas: $\chi^2(3) = 12.8453$
 $\text{Prob}>\chi^2 = 0.005$

Valores residuales del análisis de varianza.

Variable	Obs.	Promedio	D.S.	Mín.	Máx.
rnobsc3	49	2.28e-09	1.996018	-4	4.071429

Test de Shapiro-Wilk para datos normales

Variable	Obs.	W	V	Z	Prob>z
rnobsc3	49	0.97512	1.151	0.300	0.38192

Prom. Fila- Prom. Colum na	1	2	3
2	9.92857 0.000		
3	19.2308 0.000	9.3022 0.000	
4	31 0.000	21.0714 0.000	11.7692 0.000

Tabla N° 38: Comparación de edad documentada por nobsc3 (Scheffe)

Anova no paramétrico

nobsc3	Chi- cuadrado	Grados de libertad	Probabilidad	Chi- cuadrado con colas	Grados de libertad	Probabilidad
	44.243	3	0.0001	44.402	3	0.0001

Análisis de Varianza Nueva Fase Molde (Fases colapsadas)

Número de Obs.	65		R-cuadrado	0.7379	
Raíz MSE	6.52231		R-cuadrado ajustado	0.7250	
Fuente	Suma de Cuadrados Parcial	DF	MS	F	Prob>F
Modelo	7305.18229	3	2435.06076	57.24	0.0000
nfm	7305.18229	3	2435.06076	57.24	0.0000
Residual	2594.97156	61	42.5405173		
Total	9900.15385	64	154.689904		

Test de Bartlett para igualdad de varianzas: $\chi^2(3) = 19.7372$
 Prob> $\chi^2 = 0.000$

Valores residuales del análisis de varianza.

Variable	Obs.	Promedio	D.S.	Mín .	Máx.
nfm	65	5.93e-08	6.367608	-14.11111	17.63158

Test de Shapiro-Wilk para datos normales

Variable	Obs.	W	V	Z	Prob>z
nfm	65	0.98411	0.921	-0.178	0.57067

Prom. Fila- Prom. Columna	1	2	3
2	10.3684 0.014		
3	21.6818 0.000	11.3134 0.000	
4	33.1111 0.000	22.7427 0.000	11.4293 0.000

Tabla Nº 39: Comparación de edad documentada por nfm (Scheffe)

Anova no paramétrico

nfm	Chi-cuadrado	Grados de libertad	Probabilidad	Chi-cuadrado con colas	Grados de libertad	Probabilidad
	47.124	3	0.0001	47.207	3	0.0001

Análisis de Varianza Nuevo Componente 1 (Fases Colapsadas)

Número de Obs.	65		R-cuadrado	0.2005	
Raíz MSE	11.2986		R-cuadrado ajustado	0.1747	
Fuente	Suma de Cuadrados Parcial	DF	MS	F	Prob>F
Modelo	1985.32763	2	992.663813	7.78	0.0010
nc1	1985.32763	2	992.663813	7.78	0.0010
Residual	7914.82622	62	127.658.487		
Total	9900.15385	64	154.689904		

Test de Bartlett para igualdad de varianzas: $\chi^2(2) = 3.4991$
 $\text{Prob}>\chi^2 = 0.174$

Valores residuales del análisis de varianza.

Variable	Obs.	Promedio	D.S.	Mín .	Máx.
rnc1	65	4.77e-08	11.12066	-18.41463	22.25

Test de Shapiro-Wilk para datos normales

Variable	Obs.	W	V	Z	Prob>z
rnc1	65	0.96211	2.196	1.704	0.04422

Prom. Fila- Prom. Co lumna	1	2
2	8.66463 0.040	
3	18.875 0.001	10.2104 0.073

Tabla N° 40: Comparación de edad documentada por nc1 (Scheffe)

Anova no paramétrico

nC1	Chi-cuadrado	Grados de libertad	Probabilidad	Chi-cuadrado con colas	Grados de libertad	Probabilidad
	13.008	2	0.0015	13.031	2	0.0015

Análisis de Varianza Nuevo Componente 2 (Fases Colapsadas)

Número de Obs.	51		R-cuadrado	0.3759	
Raíz MSE	10.7053		R-cuadrado ajustado	0.3499	
Fuente	Suma de Cuadrados Parcial	DF	MS	F	Prob>F
Modelo	3313.18358	2	1656.59179	14.45	0.0000
nc2	3313.18358	2	1656.59179	14.45	0.0000
Residual	5500.97329	48	11.460.361		
Total	8814.15686	50	176.283137		

Test de Bartlett para igualdad de varianzas: $\chi^2(2) = 8.7910$
 $Prob > \chi^2 = 0.012$

Valores residuales del análisis de varianza.

Variable	Obs.	Promedio	D.S.	Mín .	Máy.
rnc2	51	1.29e-08	10.48902	-22.31707	21.71428

Test de Shapiro-Wilk para datos normales

Variable	Obs.	W	V	Z	Prob>z
rnc2	51	0.97628	1.133	0.266	0.39499

Prom. Fila- Prom. Co- lumna	1	2
2	6.61905 0.672	
3	24.6504 0.002	18.0314 0.001

Tabla Nº 41: Comparación de edad documentada por nc2 (Scheffe)

Anova no paramétrico

nC2	Chi- cuadrado	Grados de libertad	Probabilidad	Chi- cuadrado con colas	Grados de libertad	Probabilidad
	17.897	2	0.0001	17.930	2	0.0001

Análisis de Varianza Nuevo Componente 2 (Fases Colapsadas)

Número de Obs.	65		R-cuadrado	0.2928	
Raíz MSE	10.6267		R-cuadrado ajustado	0.2700	
Fuente	Suma de Cuadrados Parcial	DF	MS	F	Prob>F
Modelo	2898.64194	2	1449.32097	12.83	0.0000
nc3	2898.64194	2	1449.32097	12.83	0.0000
Residual	7001.5119	62	112.927.611		
Total	9900.15385	64	154.689904		

Test de Bartlett para igualdad de varianzas: $\chi^2(2) = 11.8990$
 Prob> $\chi^2 = 0.003$.

Valores residuales del análisis de varianza.

Variable	Obs.	Promedio	D.S.	Mín.	Máx.
rnc3	65	-1.81e-08	10.45938	-18.07143	23.29167

Test de Shapiro-Wilk para datos normales

Variable	Obs.	W	V	Z	Prob>z
rnc3	65	0.97272	1.582	0.993	0.16039

Prom. Fila- Prom. Columna	1	2
2	18.0417 0.022	
3	30.4048 0.000	12.3631 0.001

Tabla Nº 42: Comparación de edad documentada por nc3 (Scheffe)

Anova no paramétrico

nC3	Chi-cuadrado	Grados de libertad	Probabilidad	Chi-cuadrado con colas	Grados de libertad	Probabilidad
	18.777	2	0.0001	18.810	2	0.0001

Anexo N° 3: Gráficos.

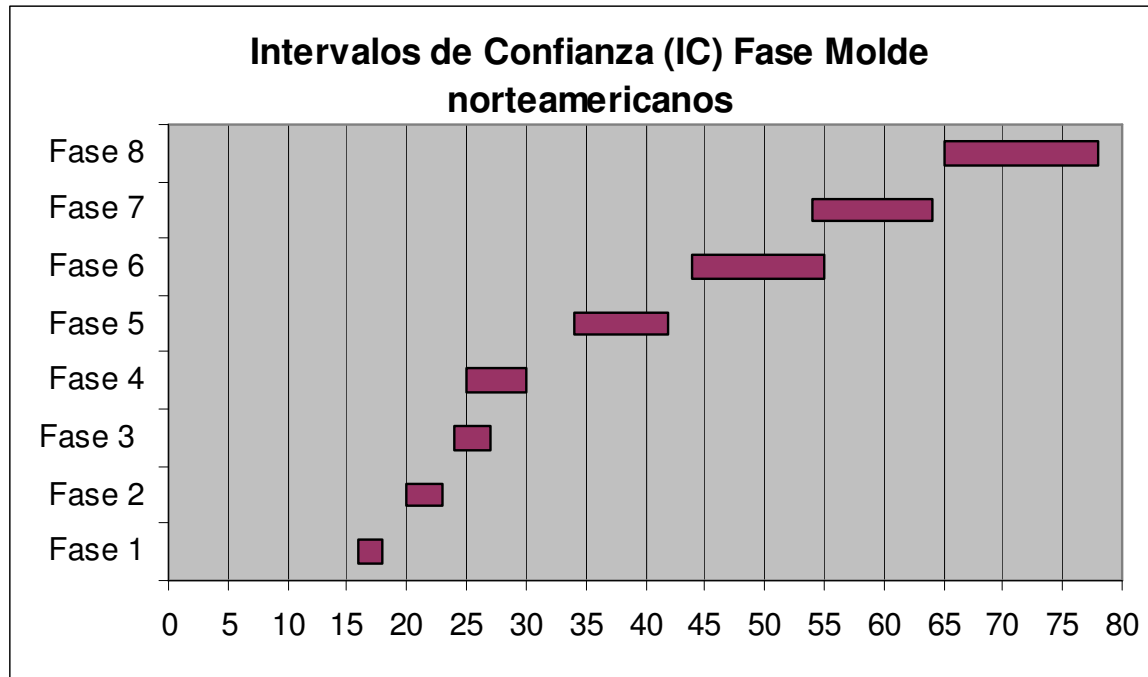


Gráfico N° 1: Se exponen los Intervalos de confianza para la muestra de norteamericanos.

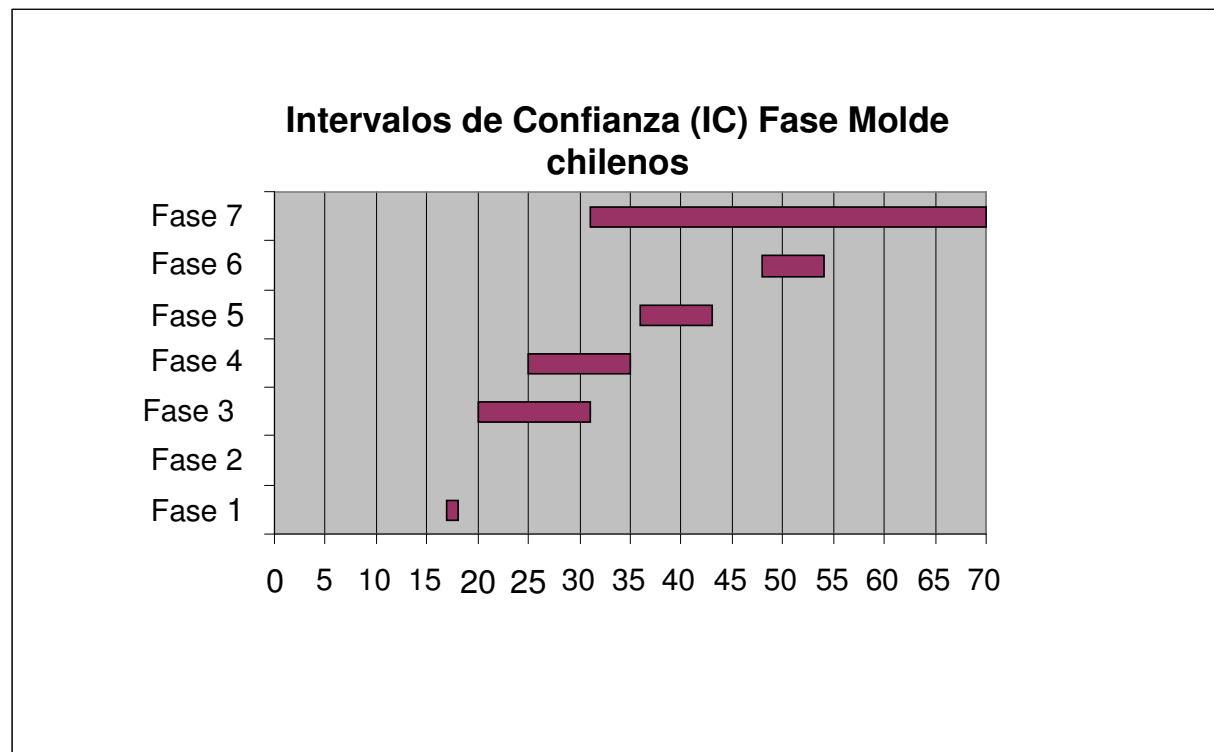


Gráfico N° 2: Intervalos de Confianza para muestra de chilenos.

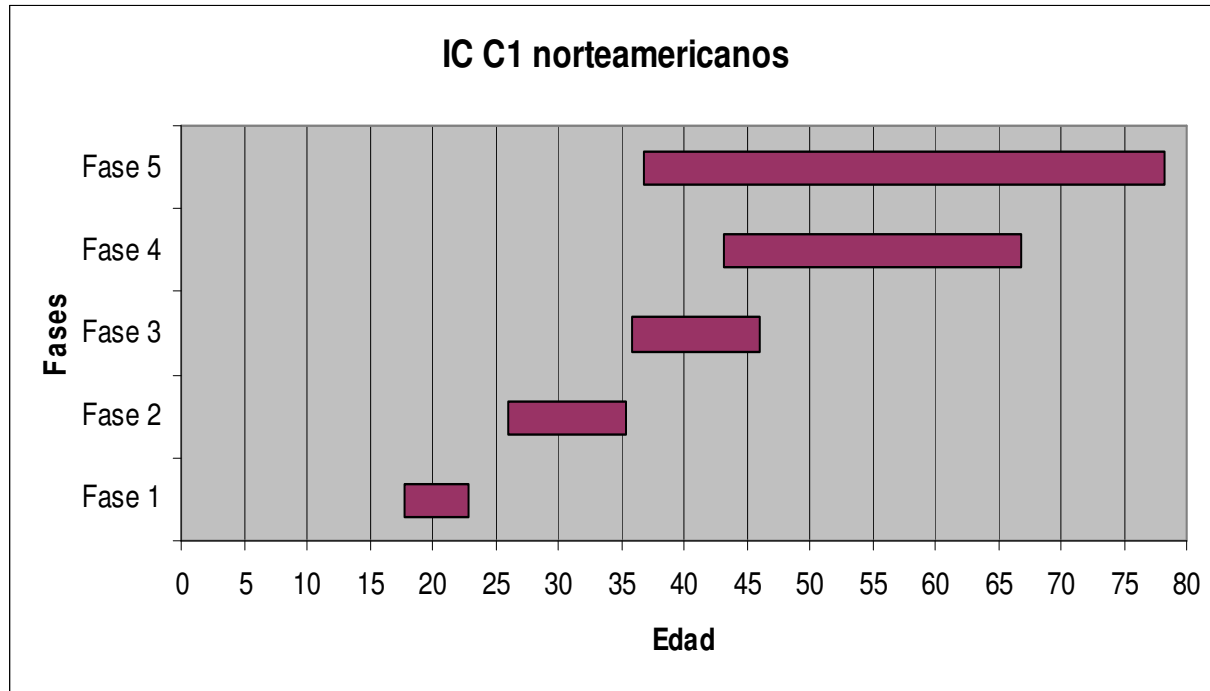


Gráfico N° 3: Intervalos de Confianza Componente 1 muestra norteamericana

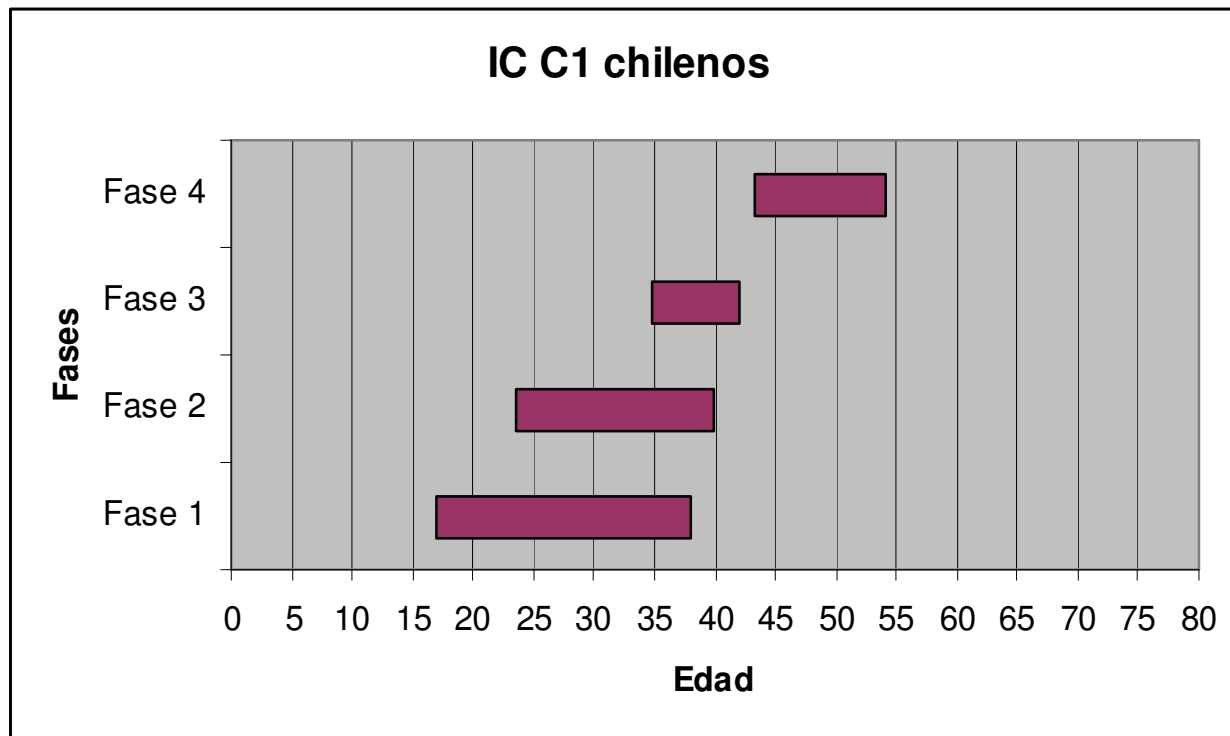


Gráfico N° 4: Intervalos de Confianza Componente 1 muestra chilenos

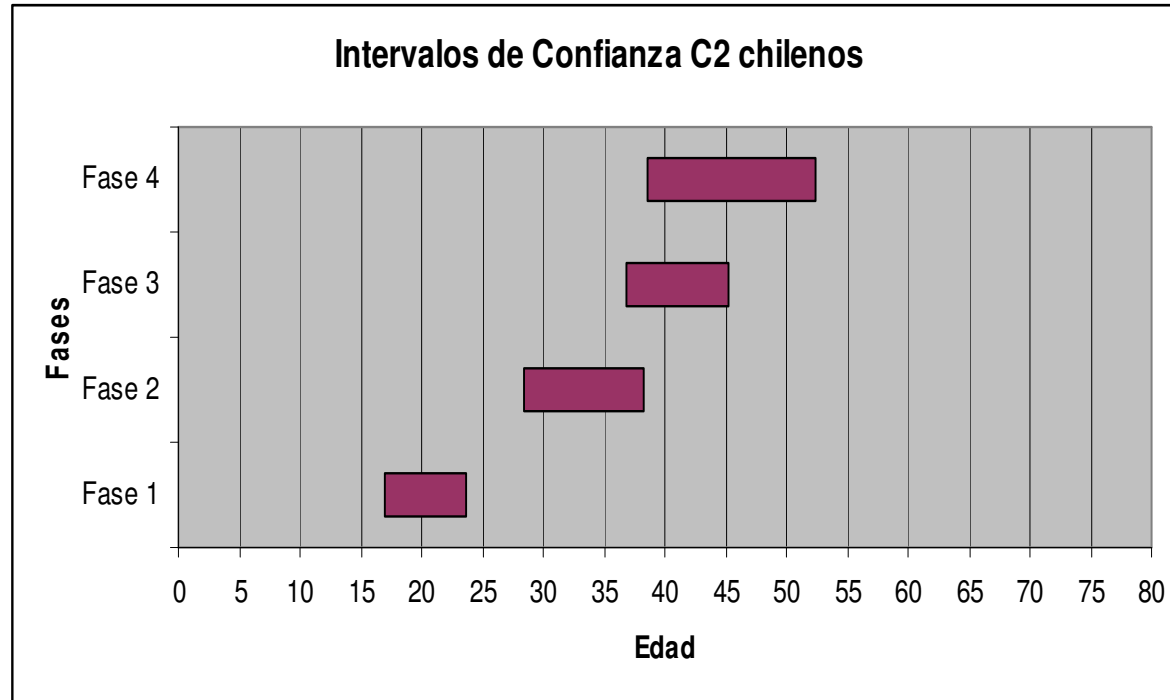


Gráfico N° 5: Intervalos de Confianza Componente 2 muestra chilenos

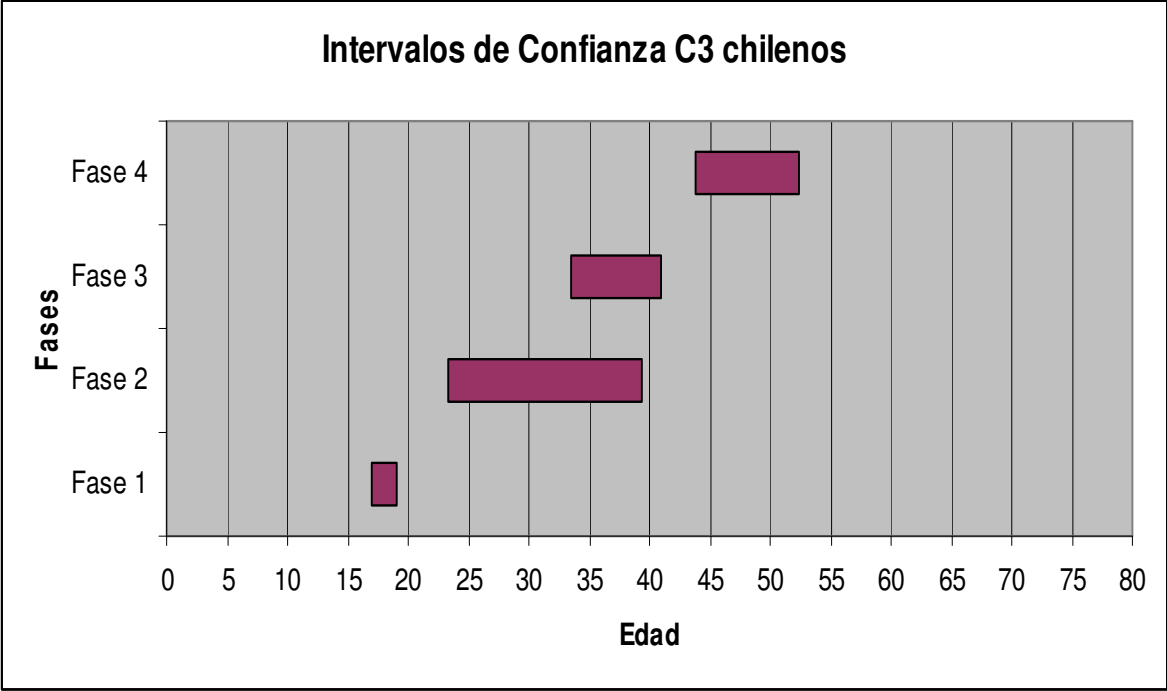


Gráfico N° 6: Intervalos de Confianza Componente 3 muestra chilenos

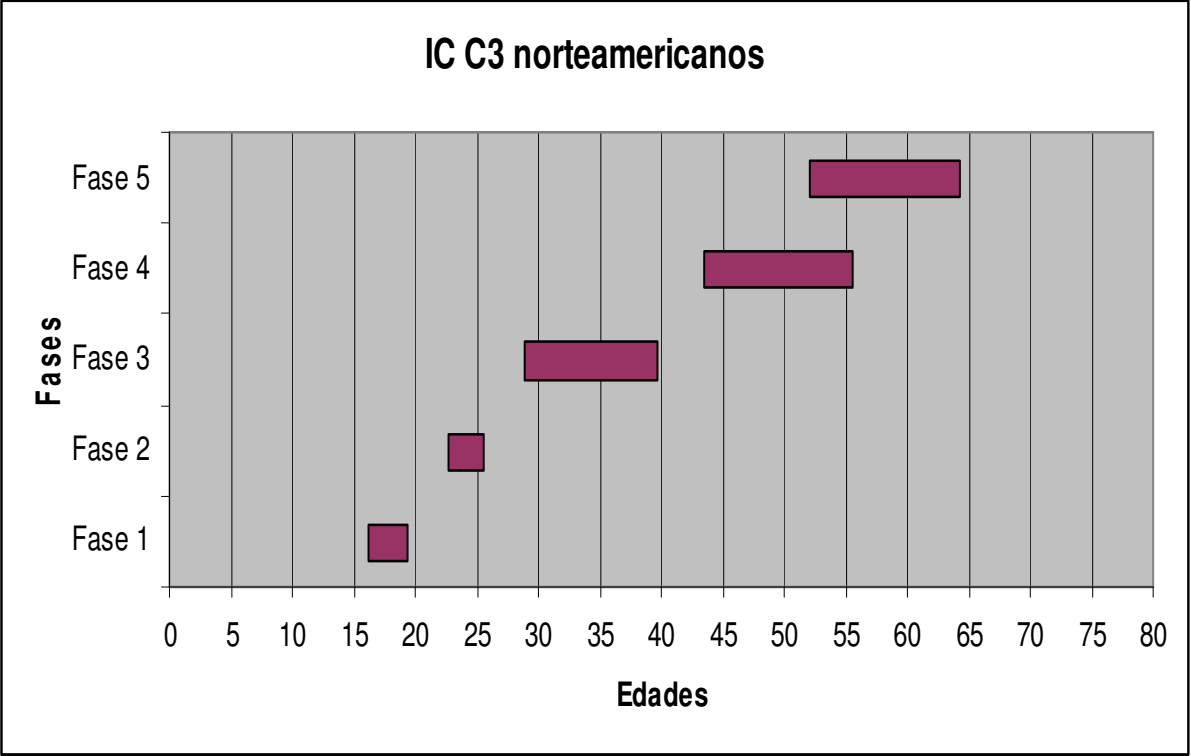


Gráfico N° 7: Intervalos de Confianza Componente 3 muestra norteamericanos

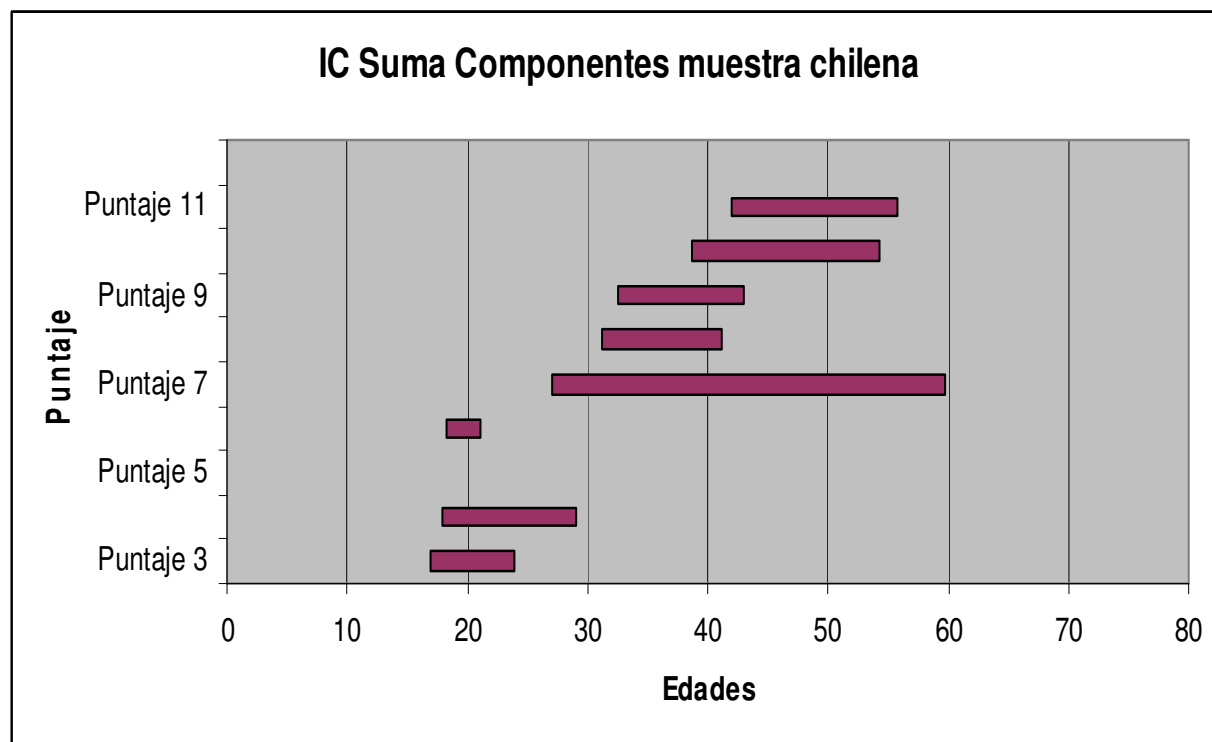


Gráfico N° 8: Intervalos de Confianza Suma Componentes Chilenos.

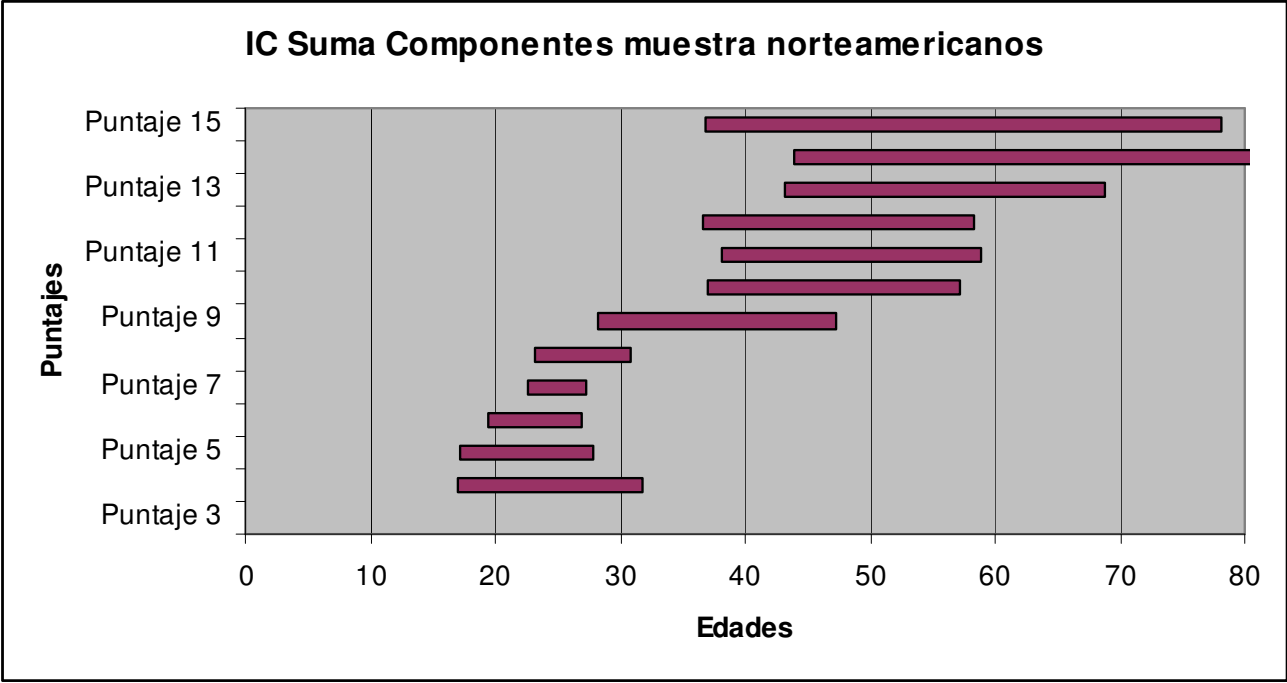


Gráfico N° 9: Intervalos de Confianza Suma Componentes norteamericanos.

Anexo N° 4: Fotos.

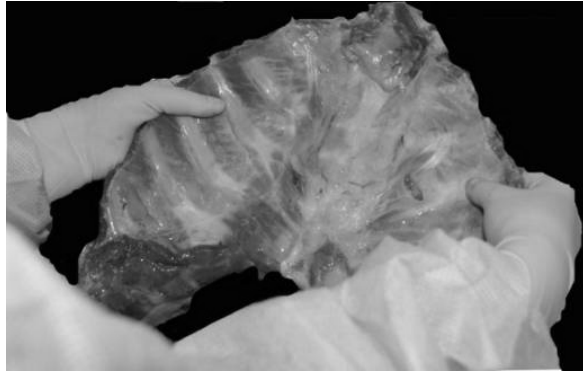
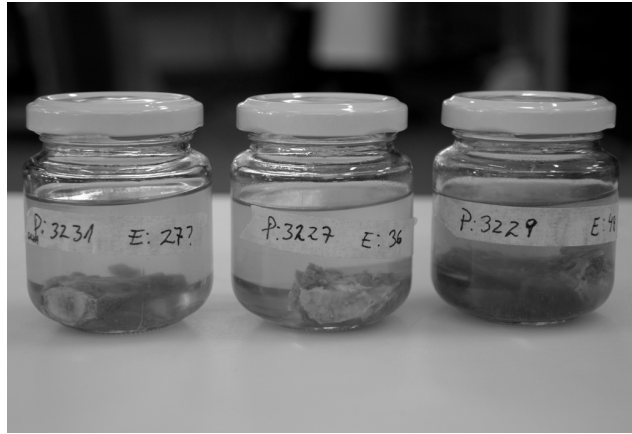


Foto N° 1 y N° 2. Ubicación de la 4° costilla derecha en la parrilla costal.



Fotos N° 3 y N° 4. Corte y eliminación de tejido muscular de la muestra.



Fotos N° 5 y N° 6. Muestra puesta en frasco de vidrio rotulado, con agua y finalmente tapado.



Fotos N° 7 y N° 8. Proceso de cocción de muestras, con su rótulo correspondiente.



Foto N° 9. Fondo abierto con muestras sometidas a ebullición.



Foto N° 11: Muestras en remojo en mezcla de agua potable y cloro al 5%



Fotos N° 12 y 13: Muestras libres de tejidos blandos (restos de músculo y cartílago costal)



Foto N° 14: Extremo esternal limpio junto con su rótulo correspondiente



Foto N° 15: Algunos de los extremos esternales que componen la muestra, junto a sus rótulos correspondientes, fijados con testigo métrico.

Extremos externos de chilenos representativos de las fases de Sistema Molde



Foto N° 16: Fase 1

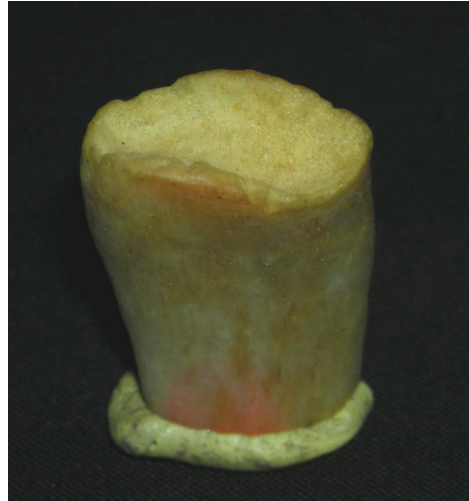


Foto N° 17: Fase 2



Foto N° 18: Fase 3

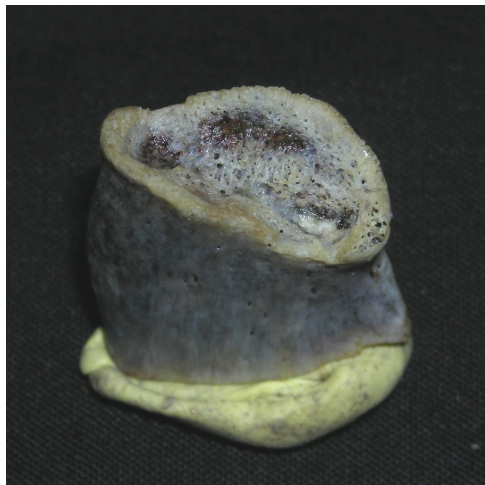


Foto N° 19: Fase 4

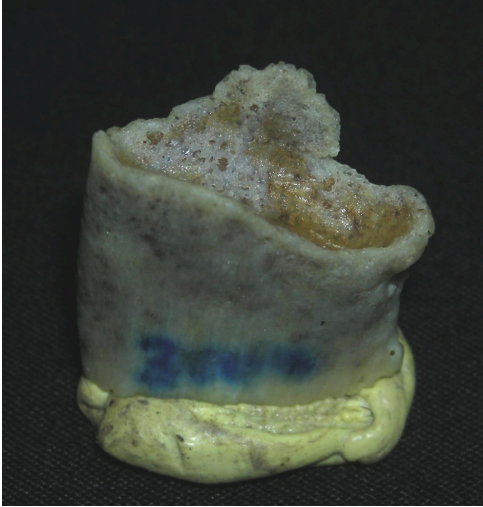


Foto Nº 20: Fase 5

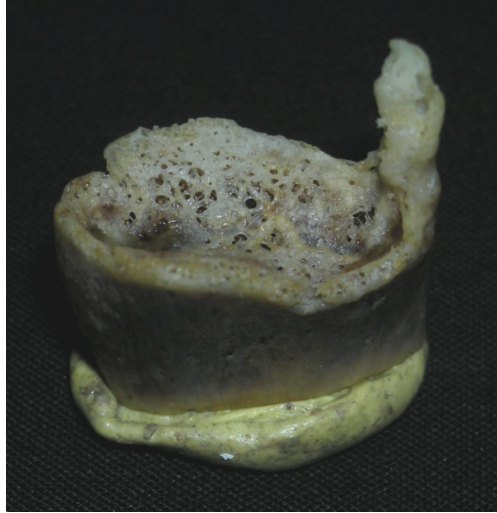


Foto Nº 21: Fase 6



Foto Nº 22: Fase 7

Extremos externos de chilenos representativos de las fases del Componente 1.



Foto N° 23: Fase 1.



Foto N° 24: Fase 2.



Foto N° 25: Fase 3.



Foto N° 26: Fase 4.

Extremos externos de chilenos representativos de las fases del Componente 2.



Foto N° 27: Fase 1.



Foto N° 28: Fase 2.

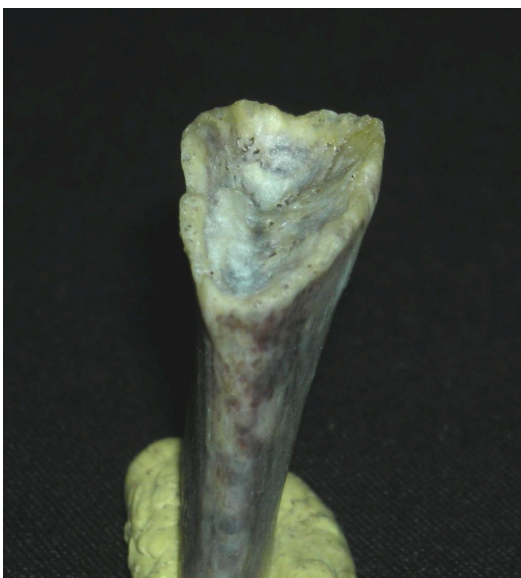


Foto N° 29: Fase 3.

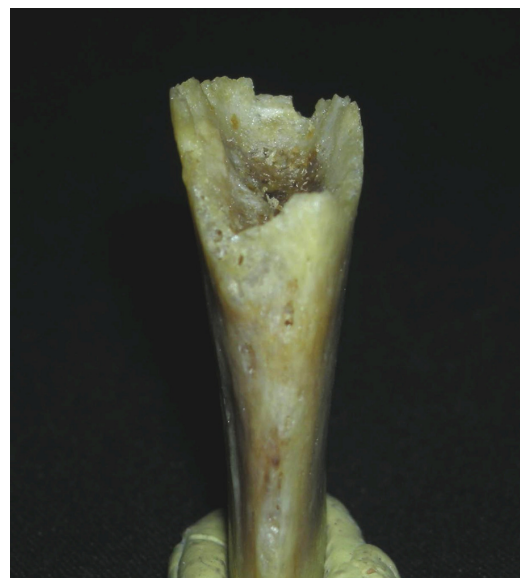


Foto N° 30: Fase 4.

Extremos externos de chilenos representativos de las fases del Componente 3.

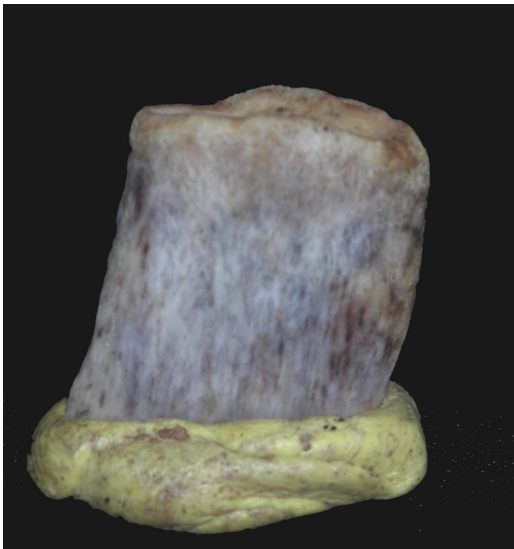


Foto N° 31: Fase 1.

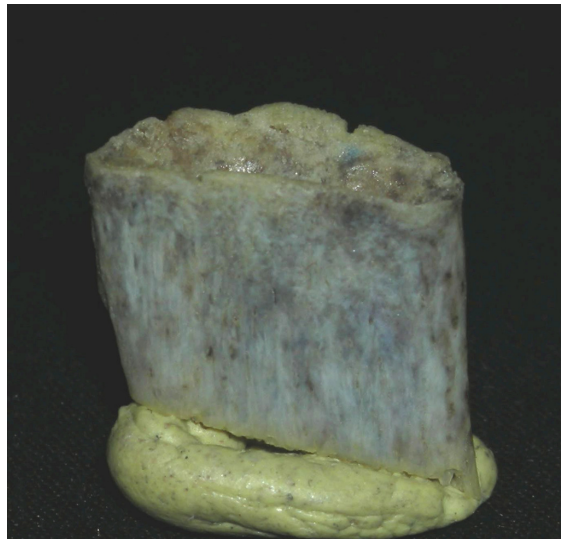


Foto N° 32: Fase 2.



Foto N° 33: Fase 3.

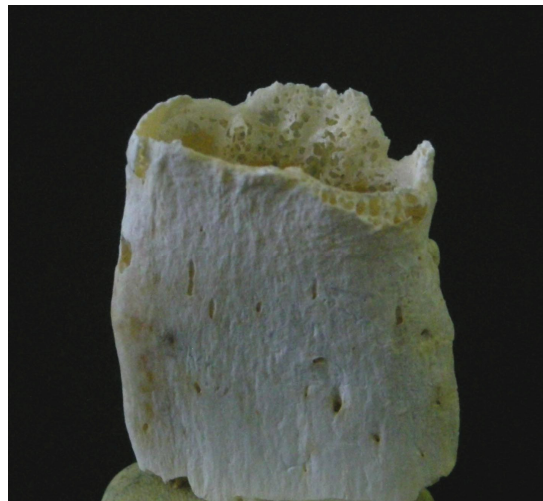


Foto N° 34: Fase 4.