



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

---

---

**FACULTAD DE MEDICINA**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

**INSTITUTO DE SEGURIDAD SOCIAL AL SERVICIO DE LOS TRABAJADORES DEL ESTADO**

**CENTRO MEDICO NACIONAL "20 DE NOVIEMBRE"**

**ESPECIALIDAD IMAGENOLOGIA DIAGNOSTICA Y TERAPEUTICA**

**"Velocidades de flujo de arterias carótidas extra craneales por ecografía doppler en población adulta de centro médico 20 de noviembre, estudio piloto".**

**REGISTRO: 031.2012**

**PARA OBTENER EL TITULO DE LA ESPECIALIDAD DE IMAGENOLOGIA DIAGNOSTICA Y TERAPEUTICA**

**TESIS**

**QUE PRESENTA:**

**DRA ANA LAURA RAMÍREZ MÁRQUEZ.**

**ASESORES:**

**DRA. ANGELICA TORIZ ORTIZ**

**DRA JUDITH VAZQUEZ ZAMUDIO**

**DR ARMANDO TORRES GOMEZ.**

---

**MÉXICO, D.F. FEBRERO DEL 2012**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

**“Velocidades de flujo de arterias carótidas extra craneales por ecografía doppler en población adulta de centro médico 20 de noviembre, estudio piloto”.**

**DRA AURA ERAZO VALLE SOLIS**

Subdirectora de Enseñanza  
Centro Médico Nacional “20 de Noviembre”

**DRA. JULITA DEL SOCORRO OROZCO VÁZQUEZ**

Profesor titular del curso de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica  
Centro Médico Nacional “20 de Noviembre”

**DRA. ANGELICA TORIZ ORTIZ**

Asesor tesis  
Médico Jefe de Servicio de ultrasonido  
Centro Médico Nacional “20 de Noviembre”

**DRA. JUDITH VAZQUEZ ZAMUDIO**

Asesor tesis  
Médico adscrito al servicio de ultrasonido  
Centro Médico Nacional “20 de Noviembre”

**DR.ARMANDO TORRES GOMEZ**

Asesor tesis  
Cirujano Ortopedista y Traumatólogo  
Maestro en Ciencias Médicas  
Investigador clínico Centro Médico ABC

**DRA ANA LAURA RAMÍREZ MÁRQUEZ**

Autor de tesis  
Centro Médico Nacional “20 de Noviembre”.

México, D.F. febrero 2012

## INDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>No.Pág.</b>
<b>I. Resumen</b>	<b>6</b>
<b>II. Marco teórico</b>	<b>7-22</b>
<b>III. Antecedentes</b>	<b>23</b>
<b>IV. Justificación</b>	<b>24</b>
<b>V. Hipótesis</b>	<b>25</b>
<b>VI. Objetivos</b>	<b>26</b>
<b>VII. Material y métodos</b>	<b>27-29</b>
<b>VIII. Resultados</b>	<b>30-35</b>
<b>IX. Conclusiones</b>	<b>36-37</b>
<b>X. Anexos</b>	<b>38-76</b>
<b>XI. Bibliografía</b>	<b>77</b>

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A mis papas**

Por apoyarme en todo momento y cada paso que doy, siempre están presentes en los momentos más felices y más aun en los difíciles, porque sin ustedes no serian posibles todos mis logros alcanzados.

### **A mis hermanas**

Les agradezco que estén siempre a mi lado y sobre todo el cariño y apoyo que incondicionalmente me brindan.

### **A mis asesores y maestros**

Por sus enseñanzas y apoyo brindado en el transcurso de mi formación.

### **A mis compañeros Técnicos y Enfermeras.**

Por hacerme sentir como en casa y por el apoyo que me dieron en estos 3 años de formación.

**RESUMEN:**

El objetivo de este estudio es valorar velocidades de flujo de arterias carótidas extra craneales en población adulta de centro médico 20 de Noviembre. Y realizo un comparativo con valores de flujo en población anglosajona.

Se incluyeron a 70 pacientes de ambos sexos, con un rango de edad de 18 a 60 años. A cada paciente se le realizo un estudio de ultrasonido doppler color y espectro de arterias carótidas extra craneales de forma bilateral. Obteniendo valores de velocidad pico sistólica y velocidad diastólica final en arterias sin patología preexistente. Observando que la velocidad de la ICA distal derecha, ICA distal izquierda (sistólica) e ICA distal izquierda ACC media derecha y ACC media izquierda (diastólica) son las únicas que son similares entre poblaciones de EEUUAA y México.

Respecto a los resultados de la población por rangos de edad 18-49 años y 50 a 60 años solo son similares las velocidades obtenidas en ACC media derecha y ACC media izquierda.

**SUMMARY**

The aim of this study is to assess flow rates of extra cranial carotid arteries in adult population of the medical center Nov. 20. And I realize a comparative flow values in white population

We included 70 patients of both sexes, with ages ranging from 18 to 60 years. Each patient underwent an ultrasound Doppler spectrum of color and extra cranial carotid arteries bilaterally. Obtaining values of peak systolic velocity and end diastolic velocity in arteries without preexisting pathology. Noting that the speed of the right distal ICA, ICA distal left (systolic) and left ICA distal right middle ACC and left middle ACC (diastolic) are the only ones that are similar between populations EEUUAA and Mexico. Regarding the results of the population by age group 18-49 years and 50 to 60 years only the ratios obtained are similar in ACC ACC right middle and left middle.

## MARCO TEORICO:

El ultrasonido Doppler es el método de imagen más utilizado en el diagnóstico de la enfermedad carotídea, muchas veces es el único estudio antes de una angioplastia, la colocación de stent o la endarterectomía, sin embargo, aún en nuestros días no existe uniformidad en la interpretación del examen respecto a las velocidades de flujo entre los diferentes centros hospitalarios, lo cual depende en gran medida a la falta de valores estandarizados de velocidades de flujo de dichas arterias, únicamente encontramos medidas ya establecidas en la población norteamericana principalmente.

De ahí la importancia de estudiar población mexicana con el fin de establecer un referente en cuanto a valores de velocidad de flujo a seguir ya que en la actualidad es el único método utilizado en muchas instituciones para determinar si un paciente será candidato o no a otros métodos diagnósticos o de tratamiento.

El ultrasonido Doppler carotídeo ofrece una evaluación no invasiva de las porciones extracraneales de las arterias carótidas para detectar fundamentalmente enfermedad aterosclerótica de las mismas como causa importante de trombo embolismo cerebral y definir las características de las placas de ateroma que se forman en ellas así como el grado de estenosis que producen. Sin embargo, se ha demostrado también su utilidad como método de tamizaje de riesgo cardiovascular en pacientes asintomáticos y en el diagnóstico de otras afecciones no ateroscleróticas como las asociadas con traumas, procesos inflamatorios y tumorales. Además es utilizado en el seguimiento después de cirugía carotídea y colocación de stents. (1)

La mayoría de las lesiones vasculares que afectan el cerebro tienen una distribución extracraneal y debido a la localización superficial de la carótida a este nivel hace que sea fácilmente accesible mediante ultrasonido en modo B, doppler color y doppler espectral. (1)

Se han hecho esfuerzos por determinar algunas patologías usando mediciones tales como la velocidad pico sistólica (VPS) la mayoría en pacientes norteamericanos.

Se consideran valores normales de la velocidad pico sistólica (VPS) en las carótidas internas cifras inferiores a 125cm/s y de la velocidad diastólica final (VDF) inferiores a 40cm/s. Existen ciertas afecciones que alteran la fisiología cardiovascular y que pueden afectar los valores de estas velocidades (haciéndolas menos confiables) como son la hipertensión arterial, el bajo o alto gasto cardíaco, valvulopatías aórticas y las oclusiones carotídeas bilaterales.

Otros estudios muestran los parámetros siguientes:

ARTERIA	DERECHO		IZQUIERDO	
	PSV	EDV	PSV	EDV
Distal ICA	65.1 ± 19.1	23.4 ± 9.0	65.2 ± 17.1	23.9 ± 8.3
Proximal ICA	59.9 ± 19.9	18.7 ± 7.9	59.5 ± 17.3	19.6 ± 7.3
Bulb	63.9 ± 21.4	17.6 ± 7.8	64.6 ± 23.6	18.1 ± 8.6
Distal CCA	75.2 ± 22.1	19.9 ± 8.5	77.0 ± 22.8	21.1 ± 8.0
Middle CCA	82.7 ± 24.3	19.4 ± 7.8	87.6 ± 23.6	21.5 ± 8.3
Proximal CCA	83.6 ± 23.8	17.1 ± 7.3	90.3 ± 25.1	19.5 ± 8.6

Nota— Los valores mostrados en (cm/seg), expresados como la media ± SD, fueron obtenidos de 85 pacientes.

De ahí la importancia de establecer rango de velocidades en población sana mexicana para determinar en un momento dado patología arterial carotídea. 2,3,4

La velocidad del flujo es el principal parámetro para evaluar la severidad de patología carotídea como es el caso de una estenosis. 5

Para la evaluación cuantitativa del grado de estenosis, los parámetros más utilizados en doppler incluyen, la velocidad sistólica máxima (PSV), y la velocidad diastólica final (EDV), en la arteria carótida interna (ACI), así como la arteria carótida común. Las diferencias de los patrones de medición entre los diferentes hospitales puede reflejar diferencias metodológicas en la técnica del protocolo, las diferencias fisiológicas entre las poblaciones de pacientes, por ejemplo: disfunción cardíaca o hipertensión.6

Sin embargo existen estudios en donde se eligió la velocidad sistólica máxima en la arteria carótida interna como mejor parámetro debido a su facilidad de medición ya que el uso de parámetros combinados no ofreció ninguna ventaja estadísticamente significativa sobre el uso de un único parámetro. 7

La ultrasonografía doppler es un examen operador dependiente que requiere una buena comprensión de la física doppler y la fisiología hemodinámica. 8

Según la sociedad de radiólogos de ultrasonido (SRU), en un consenso publicado en el 2003, la ecografía doppler es cada vez la técnica más utilizada antes de una cirugía para la evaluación de estenosis carotídea.9,10.

Es sabido que diferentes factores producen incrementos o descensos en la presión arterial que pueden producir alteración en las velocidades.

### **MECANISMO DE CONTROL DE FLUJO SANGUINEO:**

El control a corto plazo se consigue con cambios rápidos de vasodilatación o vasoconstricción local de las arteriolas, metarteriolas y esfínteres pre capilares, que se producen en segundos o minutos para proporcionar con gran rapidez el mantenimiento del flujo sanguíneo tisular local apropiado.

No obstante el control a largo plazo significa cambios controlados lentos de flujo en un periodo de días, semanas o incluso meses. En general estos cambios a largo plazo proporcionan un control aun mejor del flujo en proporción a las necesidades de los tejidos. Estos cambios se producen como consecuencia del incremento o descenso del tamaño físico y del número de vasos sanguíneos que nutren los tejidos.

### **ALTITUD DE LA CIUDAD DE MEXICO.**

La altura de la ciudad de México se sabe que con una gran altitud disminuye la saturación arterial de oxígeno hasta un 25% de los normal y el flujo sanguíneo aumenta unas tres veces.

Por tanto la altitud favorece el aumento del gasto cardíaco mediante un aumento de la frecuencia cardíaca, fundamentalmente debido a un aumento de la actividad simpática. Este aumento del gasto cardíaco se produce solo en la respuesta aguda, ya que en estadías prolongadas el gasto disminuye debido a una disminución del volumen sistólico. La frecuencia puede incrementarse por ejemplo un 10% a 2000 metros durante los 3 primeros días y hasta un 50% a 4500 metros, luego con la aclimatación desciende, por esta razón puede ser utilizada como índice de adaptación.

- La altitud va aumentando de norte a sur de la ciudad.

El oxígeno es importante no solo para el control a corto plazo del flujo sanguíneo local, sino también para el control a largo plazo.

Hay una teoría básica para la regulación del flujo sanguíneo local cuando cambia el metabolismo tisular o disponibilidad de oxígeno:

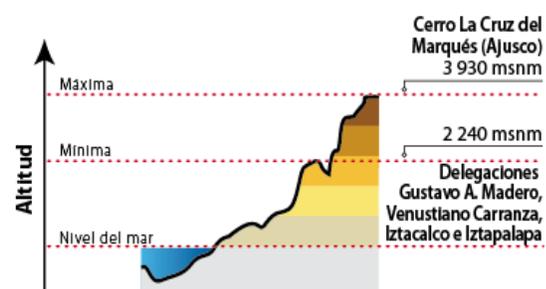
1)teoría vasodilatadora.- de la regulación a corto plazo del flujo sanguíneo local, según esta teoría cuanto mayor sea el metabolismo o menor sea la disponibilidad de oxígeno, mayor será la formación de sustancias vasodilatadoras en las células de este tejido, se cree que estas

sustancias se difunden a través de los tejidos hacia los esfínteres pre capilares, metarteriolas y arteriolas para provocar dilatación .se han propuesto varias sustancias vasodilatadoras como adenosina, dióxido de carbono, histamina, iones hidrogeno.

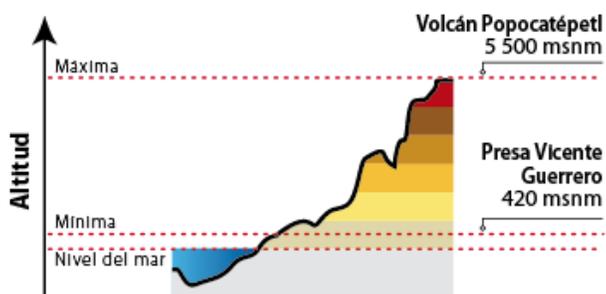
La sustancia vasodilatadora se libera del tejido principalmente en respuesta a la deficiencia de oxígeno, y estas son responsables de la regulación del flujo sanguíneo local.

## ALTITUDES DE ESTADOS DE ORIGEN DE POBLACION ESTUDIO DE CMN 20 DE NOVIEMBRE:

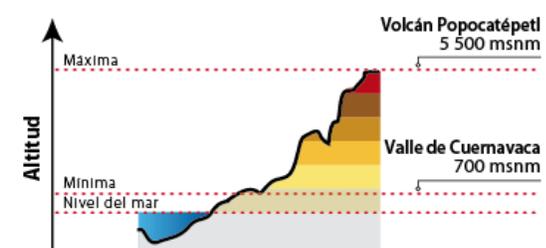
### DISTRITO FEDERAL



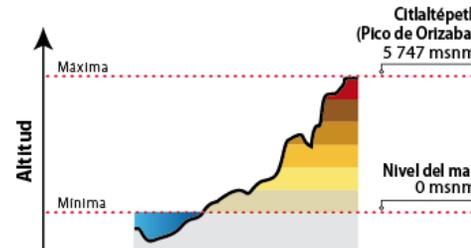
### EDO. DE MEXICO



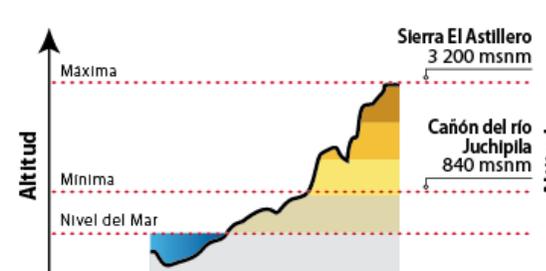
### MORELOS



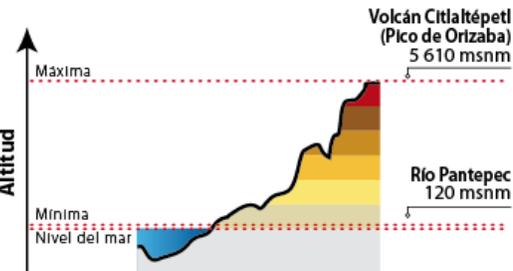
### VERACRUZ



### ZACATECAS

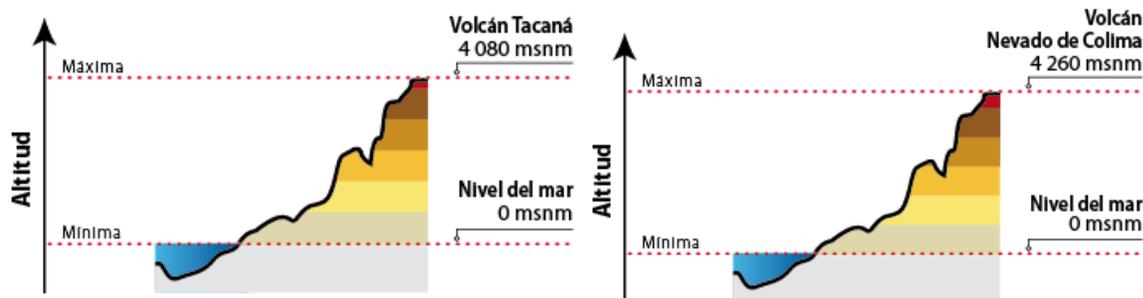


### PUEBLA



### CHIAPAS

### JALISCO



### CAMBIOS HEMODINAMICOS EN PRESION ARTERIAL:

Cambios hematológicos producidos por aumento en el hematocrito, se sabe que el hematocrito en un varón alcanza un promedio de 42, mientras que en mujeres es de 38. Estos valores son muy variables, dependiendo de si la persona tiene anemia, del grado de actividad corporal y de la altitud en la que reside la persona hacen que la sangre sea viscosa por el gran número de hemáties.

A partir de todo lo comentado el incremento de la presión arterial debería provocar un incremento proporcional del flujo sanguíneo en los diferentes tejidos del organismo.

La razón de este incremento es que el aumento de la presión arterial no solo incrementa la fuerza que impulsa la sangre a través de los vasos, sino que también distiende los vasos al mismo tiempo, con lo que disminuye la resistencia vascular. Es decir una presión mayor aumenta el flujo por ambos mecanismos.

Los grandes cambios del flujo sanguíneo que se pueden causar aumentando o disminuyendo la estimulación de los nervios simpáticos en los vasos sanguíneos periféricos, la inhibición de la actividad simpática dilata mucho los vasos y aumenta el flujo sanguíneo al doble. Por el contrario una estimulación simpática potente contrae los vasos tanto que en ocasiones el flujo sanguíneo disminuye casi a cero durante unos segundos, a pesar de que la presión arterial sea alta.

La mayoría de los pacientes con aumento excesivo de peso y vida sedentaria desempeñan un papel importante en el desarrollo de hipertensión primaria "esencial", en hasta el 65%-70%, esto debido a que el gasto cardíaco aumenta, en parte por el aumento adicional del flujo sanguíneo necesario para el tejido adiposo extra. No obstante el flujo sanguíneo del corazón, riñón, y musculo esquelético también aumenta con el peso debido al aumento de la tasa

metabólica, como la hipertensión se mantiene durante meses y años la resistencia vascular periférica total puede estar aumentada.

La actividad simpática nerviosa esta aumentada en pacientes con sobrepeso se desconoce la causa de este aumento de la actividad simpática en la obesidad pero en estudios más recientes se habla de que algunas hormonas como la leptina liberadas por los adipositos estimulan directamente varias regiones del hipotálamo, lo cual a su vez tiene una influencia excitadora en los centros vasomotores del bulbo.

Las concentraciones de angiotensina II y aldosterona están aumentadas en dos o tres veces en muchos pacientes obesos, lo que puede deberse al aumento de la estimulación nerviosa simpática, que a su vez aumenta la liberación de renina por los riñones y por tanto la formación de angiotensina II, que a su vez estimula la liberación de aldosterona en las suprarrenales.

Se sabe que la estimulación simpática intensa puede aumentar la frecuencia cardiaca en seres humanos adultos jóvenes desde la frecuencia normal de 70 latidos por minuto hasta 180 a 200 latidos por minuto incluso 250, además la estimulación simpática aumenta la fuerza de contracción cardiaca hasta el doble de lo normal, aumentando el volumen de sangre que se bombea y aumentando la presión de eyección. Así con frecuencia la estimulación simpática puede aumentar el gasto cardiaco máximo hasta dos o tres veces.

La estimulación parasimpática (vagal) del corazón de los nervios vagos que llegan al corazón puede interrumpir el latido cardiaco durante algunos segundos pero después el corazón habitualmente “escapa” y late a una frecuencia de 20 a 40 latidos por minuto mientras continúe la estimulación parasimpática. Además la estimulación vagal intensa puede reducir la fuerza la de contracción del musculo cardiaco en un 20 a 30 %.

Las fibras vagales se distribuyen principalmente por las aurículas y no mucho en los ventrículos, en los que se produce la contracción de potencia del corazón. Esto explica el efecto de la estimulación vagal principalmente sobre la reducción de la frecuencia cardiaca, en lugar de reducir mucho la fuerza de la contracción del corazón.

Otros factores que conducen a elevación del gasto cardiaco provocada por una reducción de la resistencia periférica total son algunos trastornos metabólicos como

Beriberi: por insuficiencia de tiamina (vitamina B1) en la dieta, que disminuye la capacidad de los tejidos de usar algunos nutrientes celulares y mecanismos del flujo sanguíneo tisular local que a su vez provoquen una vasodilatación periférica compensadora. En ocasiones la resistencia periférica total disminuye a tan solo la mitad de lo normal, por lo que los niveles del retorno venoso y gasto cardiaco a largo plazo también aumenta hasta el doble de lo normal.

Hipertiroidismo: el metabolismo de los tejidos está muy aumentado y la utilización de oxígeno aumenta liberándose productos vasodilatadores desde los tejidos. Por lo tanto la resistencia periférica total disminuye mucho porque el control del flujo sanguíneo tisular local reacciona por todo el cuerpo; en consecuencia el retorno venoso y el gasto cardiaco aumentan hasta en un 40-80% por encima de lo normal.

Hiperinsulinemia: junto con la obesidad, pero también en no obesos, se asocia a HTA. La insulina tiene un efecto presor relacionado con aumento de actividad simpática, hipertrofia vascular y aumento de reabsorción de sodio que es contrarrestado por efecto vasodilatador mediado por la síntesis de NO. En la resistencia a la insulina fallaría esta respuesta vasodilatadora y podría ser causa de HTA o potenciarla

Sin embargo hay factores que provocan un corazón hipo eficaz que disminuya la capacidad del corazón de bombear sangre como:

Bloqueo de una arteria coronaria, provocando un ataque cardiaco.

Factores patológicos que provocan alteraciones del ritmo cardiaco o de la frecuencia cardiaca como cardiopatía valvular.

Cardiopatías congénitas.

Miocarditis.

Respuesta isquémica del sistema nervioso central: control de la presión arterial por el centro vasomotor del cerebro en respuesta a un descenso del flujo sanguíneo cerebral.

La mayor parte del control nervioso de la presión sanguínea se logra por los reflejos que se originan en los baro receptores, quimiorreceptores, y los receptores de presión baja, todos ellos situados en la circulación periférica fuera del cerebro. No obstante cuando el flujo sanguíneo que se dirige hacia el centro vasomotor en la parte inferior del tronco del encéfalo disminuye lo

suficiente para provocar un defecto nutricional, es decir para provocar isquemia cerebral, las neuronas vasoconstrictoras y cardioaceleradoras del centro vasomotor responden directamente a la isquemia y se excitan con fuerza. Cuando esto sucede la presión arterial sistémica aumenta hasta los niveles máximos que pueda bombear el corazón. Se cree que este efecto se debe al fracaso de la sangre que fluye lentamente y no puede llevarse el dióxido de carbono del centro vasomotor del tronco del encéfalo: con niveles bajos de flujo sanguíneo hacia el centro vasomotor, la concentración local de dióxido de carbono aumenta mucho y tiene un efecto muy potente para estimular las zonas del control vasomotor nervioso simpático en el bulbo raquídeo.

Es posible que haya otros factores como la acumulación de ácido láctico y otras sustancias ácidas en el centro vasomotor que también contribuyen a la importante estimulación y la elevación de la presión arterial. Esta elevación en respuesta a una isquemia cerebral se conoce como la respuesta isquémica del sistema nervioso central.

El grado de vasoconstricción simpática provocado por la isquemia cerebral intensa es a menudo tan grande que algunos de los vasos periféricos se ocluyen total o casi totalmente. Por ejemplo los riñones interrumpen totalmente su producción de orina por la constricción arteriolar renal en respuesta a la descarga simpática. Por tanto la respuesta isquémica del SNC es uno de los activadores más potentes de todos los activadores del sistema vasoconstrictor simpático.

La denominada reacción Cushing que se produce como consecuencia del aumento de presión de líquido cefalorraquídeo que rodea el cerebro en la bóveda craneal, por ejemplo cuando aumenta la presión en el líquido cefalorraquídeo hasta igualar la presión arterial, comprime todo el cerebro y también las arterias cerebrales, e interrumpe el aporte sanguíneo cerebral, con lo que se inicia una respuesta isquémica del SNC que provoca elevación de la presión arterial.

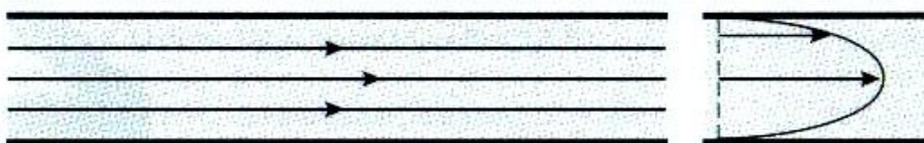
Sin embargo a pesar de la naturaleza potente de la respuesta isquémica del SNC, no llega a ser significativa hasta que la presión arterial cae muy por debajo de lo normal, hasta los 60 mmHg e incluso menos, alcanzando su mayor grado de estimulación con una presión de 15 o 20 mmHg, por tanto no es uno de los mecanismos normales de regulación de la presión arterial, por el contrario actúa principalmente como un sistema de control de urgencia de la

presión que actúa de forma rápida y potente para prevenir el descenso de la presión arterial siempre que el flujo sanguíneo hacia el cerebro disminuye peligrosamente cerca del nivel letal.  
(11)

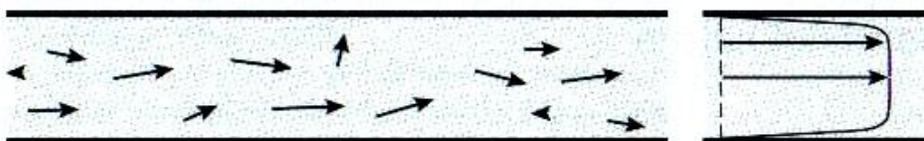
## FUNDAMENTOS DEL FLUJO SANGUINEO

Existen dos tipos esenciales de flujo: laminar y turbulento. En condiciones de baja velocidad, el flujo de los fluidos es laminar, que se caracteriza por el movimiento del fluido a lo largo de unas trayectorias bien definidas denominadas líneas de corriente. Cuando la velocidad es muy elevada, el flujo se vuelve turbulento.

(a) Flujo laminar



(b) Flujo turbulento



**FIGURA a) El flujo laminar discurre a lo largo de unas líneas de corriente de flujo bien definidas; el perfil de velocidad a lo largo de un conducto recto alargado en condiciones de flujo continuo es parabólico.**

**b) La magnitud y la dirección del vector velocidad en el flujo turbulento tienen componentes aleatorios; el perfil promediado en el tiempo es romo.**

En la circulación fisiológica, el flujo es laminar en su mayor parte, sin embargo puede producirse un flujo alterado en determinados vasos, como las arterias carótidas. En la región del bulbo suele observarse una recirculación del flujo y puede existir un flujo alterado en la región distal. En las regiones posestenóticas se produce un flujo alterado y turbulento. Los flujos alterados y turbulentos producen un ensanchamiento espectral.

Sin embargo para poder hacer una evaluación de los flujos es necesario conocer aspectos físicos de ecografía doppler como los siguientes conceptos: (12)

### **ECUACION DOPPLER:**

El equipo de ultrasonido calcula la velocidad del flujo sanguíneo de acuerdo a la ecuación doppler:

$$\Delta f = \frac{2f_0 V \cos \theta}{C}$$

Donde  $\Delta f$  es la frecuencia doppler,  $f_0$  es la transmisión de frecuencias de ultrasonido,  $V$  velocidad de reflectores (glóbulos rojos),  $\theta$  (theta también se refiere como el ángulo doppler), es el ángulo entre el haz de transmisión, y la dirección del flujo sanguíneo en los vasos y  $C$  es la velocidad del sonido en el tejido 1540 m/seg. Dado que la transmisión de la frecuencia de ultrasonido y la velocidad del sonido en el tejido se asume que es constante durante el muestreo doppler, la frecuencia doppler es directamente proporcional a la velocidad de los glóbulos rojos y al coseno del ángulo doppler. (13)

### **ANGULO DOPPLER:**

El ángulo doppler afecta la detección de las frecuencias doppler, en un ángulo doppler de  $0^\circ$ , el máximo efecto doppler se lograra ya que el coseno de  $0^\circ$  es 1, por el contrario no abra efecto doppler (no flujo), si el ángulo doppler es de  $90^\circ$  puesto que el coseno de 90 es 0.

La orientación de las arterias carótidas pueden variar de un paciente a otro; por lo tanto el operador esta obligado a alinear el ángulo doppler paralelo al vector del flujo sanguíneo mediante la aplicación de la corrección del ángulo

El ángulo doppler no debe superar los  $60^\circ$ , como las mediciones son probables que sean inexactas nuestro mejor ángulo de incidencia es de  $45 \pm 4$ . La asignación incorrecta de la incidencia del ángulo doppler es una fuente común de error del operador.

La posición optima del volumen muestra en una arteria normal es a la mitad de la luz en paralelo a la pared del vaso, la caja del volumen muestra no debe ser colocado en las curvaturas de una arteria tortuosa ya que esto propicia una lectura falsamente alta de velocidad. Si el volumen muestra se coloca demasiado cerca de la pared del vaso la ampliación del espectro es inevitable.

El flujo normal de la arteria carótida común es generalmente mayor que 45 cm/seg. De alto flujo (135 cm/seg), en ambos puede ser debido a la salida alta cardíaca en pacientes hipertensos o pacientes jóvenes deportistas.

De bajo caudal (< 45 cm/seg) es probable que se deba al pobre gasto cardíaco de las miocardiopatías, enfermedad cardíaca valvular, o infarto extenso al miocardio, las arritmias pueden ser un verdadero problema. (13)

El valor de la velocidad pico sistólica será baja si se mide después de una contracción ventricular prematura y será alta después de una pausa compensatoria.

### LIMITACIONES:

Una diferencia de velocidad de más de 20 cm/seg entre la arteria carótida común derecha e izquierda indica asimetría de flujo, que puede ser normal o deberse a una estenosis proximal, lesiones en tándem, obstrucción distal, o disección, el ultrasonido carotideo no es el procedimiento de elección para el diagnóstico de disección aortica.

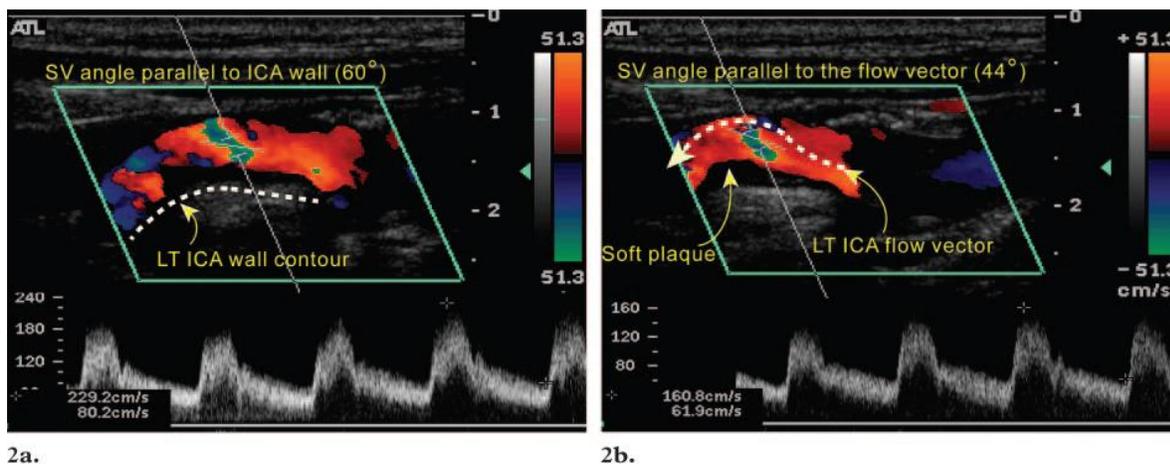


Imagen a) muestra un ángulo incorrecto alineado con el contorno de la arteria carótida interna, dando una velocidad de 229 cm/seg, en la imagen b) se observa el ángulo correcto alineado con el vector de flujo obteniendo un resultado de 161 cm/seg.

### AMPLIACION DEL ESPECTRO:

Es resultado de las turbulencias del flujo sanguíneo, resultado de un gran ángulo doppler, una muestra amplia (>3.5 mm), un volumen muestra situada cerca de la pared del vaso, o alto ajuste de ganancias doppler. El tamaño de volumen muestra se mantiene normalmente entre 2 y 3 mm, si es demasiado pequeña (< 1.5 mm), la señal doppler puede ser perdida. (13)

### **ESCALA DE VELOCIDAD COLOR:**

Es el parámetro más importante en el ultrasonido carotideo, la escala de velocidad de color es un parámetro definido por el operador y que requiere ajuste, de forma análoga a la escala de grises, esto no es sinónimo de la frecuencia de repetición de pulso (PRF), pero el PRF está relacionado con el ajuste de la escala de velocidad por lo que el aumento de la escala de velocidad incrementa el PRF y viceversa.

Si la velocidad de flujo sanguíneo supera la mitad de PRF (LÍMITE NYQUIST) entonces la velocidad y el flujo son erróneamente mostrados y el flujo aparece con cambios en la dirección que nuestra turbulencia.

En un examen normal carotideo, la escala de velocidad de color debe ajustarse entre 30 y 40 cm / seg (velocidad media).

El ajuste de escala de color debe ajustarse de tal modo que el color llegue solo a la superficie de la íntima (13)

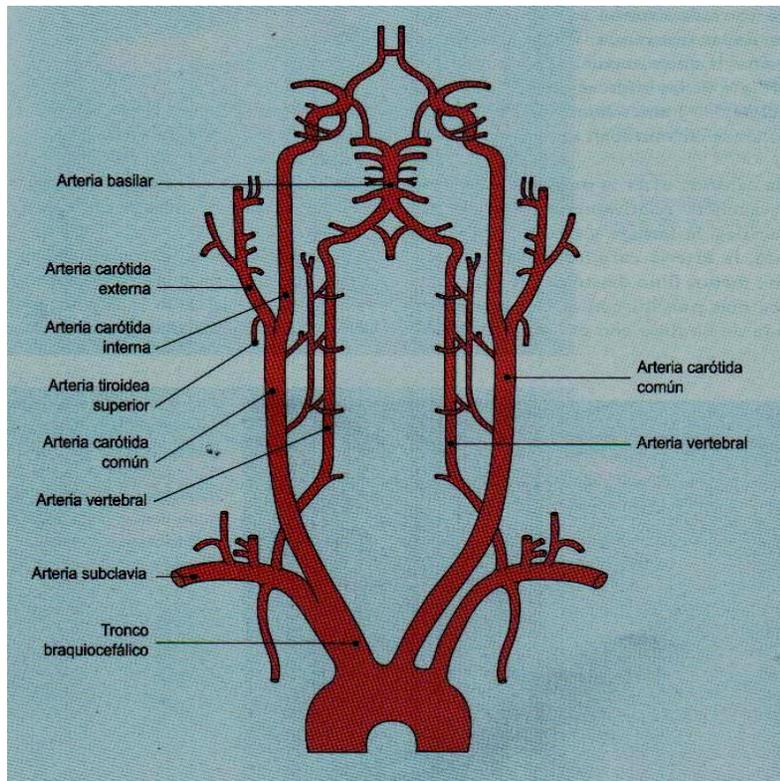
### **ANATOMIA:**

#### **IDENTIFICACION DE ARTERIAS CAROTIDA EXTERNA E INTERNA.**

La arteria carótida común derecha surge del tronco braquiocefálico por detrás de la articulación esternoclavicular derecha, donde se suele identificar su origen mediante ecografía.

La izquierda suele originarse directamente de la aorta, de modo que su origen a la izquierda no suele poder observarse desde el cuello. La localización de la bifurcación carotídea suele encontrarse aproximadamente a nivel del borde superior del cartílago laríngeo, pero puede variar considerablemente

Las dos ramas de la arteria carótida común son la arteria carótida interna y la arteria carótida externa.



### IDENTIFICACION DE LAS ARTERIAS CAROTIDAS INTERNAS Y EXTERNAS:

La arteria carótida externa

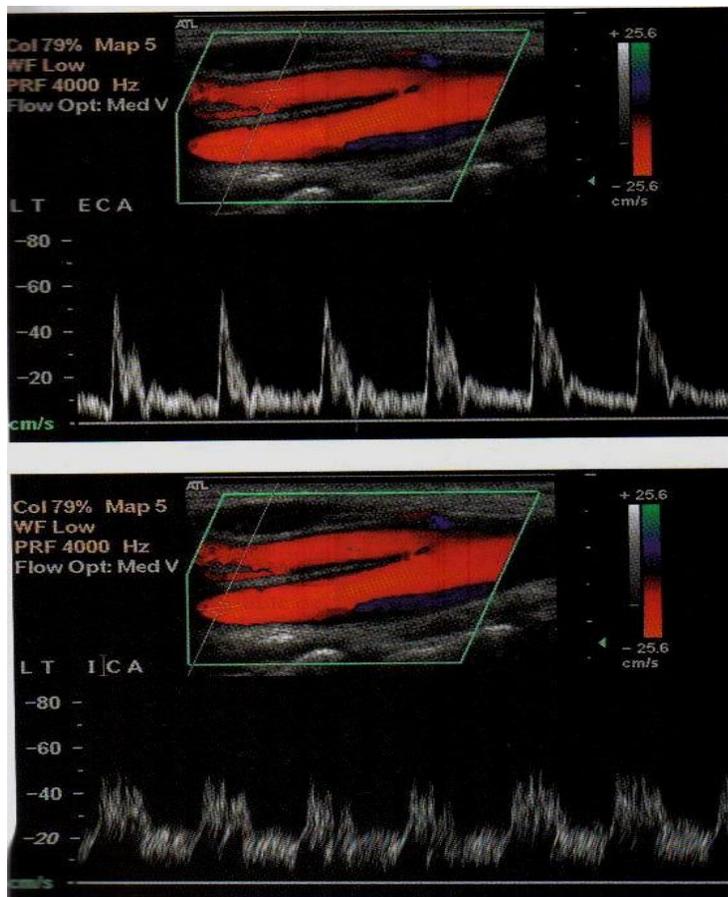
- 1.- presenta ramificaciones justo por encima de la bifurcación: tiroidea superior, faríngea ascendente, y lingual aproximadamente a la altura del ángulo de la mandíbula.
- 2.- es casi siempre la más anterior de las dos ramas.
- 3.- tiene un patrón de alta resistencia con relativamente poco flujo diastólico.
- 4.- aparece más pulsátil con el doppler color.
- 5.- la muesca dicota es más prominente.

La arteria carótida interna:

- 1.- bulbo en su origen.
- 2.- posición posterior y trayecto angulado en sentido posterior
- 3.- onda menos pulsátil en el doppler color con flujo diastólico relativamente alto.

Una vez que se ha identificado positivamente la arteria carótida externa se puede asumir que el otro gran vaso que nace de la bifurcación carotídea es la arteria carótida interna. Este vaso es casi siempre el más posterior de las dos ramas y tiende a discurrir más profundo y posterior.

El doppler espectral de la carótida interna es menos pulsátil y más sostenido que el de la carótida externa, con un flujo diastólico relativamente alto. (12)



**FIGURA:** En la imagen superior la arteria carótida externa y el espectro característico que se observa en los vasos normales. Existe un flujo diastólico relativamente bajo y una muesca dicota prominente en comparación con el espectro obtenido en la arteria carótida interna. En la imagen inferior la arteria carótida interna y su característico espectro con mayor flujo en diástole. La zona normal de flujo invertido en el bulbo carotídeo puede verse con claridad.

**ADQUISICION Y TECNICA DE IMAGEN:****POSICION DEL PACIENTE:**

El paciente puede acostarse en decúbito supino o semi supino, con posición de la cabeza ligeramente en hiperextensión y se gira 45° hacia el lado contrario por examinar.

Se utiliza un transductor de alta frecuencia (7-12 MHz), comenzando el estudio con la obtención de imágenes transversales de la arteria carótida desde lo mas bajo posible del cuello hasta lo más alto posible, por detrás del ángulo de la mandíbula. Mediante este acceso se puede determinar la profundidad y trayecto de los vasos, así como donde se encuentra la bifurcación y la orientación de sus ramas.

La localización y características de la arteria carótida común, carótida externa e interna debe ser documentado en imágenes en escala de grises, posteriormente se activa el doppler a color y se examinan los vasos en plano longitudinal, de nuevo desde la parte inferior del cuello y hacia arriba. Mediante el doppler color se identifican las zonas de flujo anómalo, y se considera la necesidad de llevar a cabo un análisis espectral (13)

Las imágenes en doppler color se deben realizar para detectar áreas de flujo sanguíneo anormal que requieran análisis doppler espectral y la velocidad del flujo sanguíneo en la mitad de la arteria carótida común y proximal a la arteria carótida interna, así como proximal e inmediatamente distal a áreas patológicas deber ser medidas.

La valoración de la arteria carótida externa y subclavia también debe realizarse, en este último caso para descartar robo de subclavia. (13)

Una vez que se identifican la bifurcación y sus ramas y se asume que no existen zonas de enfermedad significativa, es una buena costumbre obtener medidas de velocidad máxima de la arteria carótida común, interna y externa para conseguir un registro de la exploración estas se obtienen utilizando registros doppler espectral desde la parte alta de la arteria carótida común 2-3 cm por debajo de la bifurcación; la arteria carótida interna entre 1 y 2 cm por encima del bulbo o lo más alto posible para poder evitar turbulencia. Bulbar normal.

Para obtener medidas habituales el volumen demuestra se sitúa aproximadamente en un tercio del diámetro total y se coloca en el centro del vaso para evitar las turbulencias..

La angulación se mantiene lo más baja posible, idealmente en menos de 60°; una buena forma consiste en mantener una angulación específica como 55 o 60°, para mejorar la reproducibilidad de los resultados en distintos exámenes. (12)

Las arterias vertebrales una vez examinadas ambas carótidas, se estudian las arterias vertebrales, la arteria vertebral de cada lado es la primera rama de la arteria subclavia. Pasa posterior y por encima del agujero vertebral en la apófisis transversa de la sexta vértebra cervical (segmento V1) y desde allí discurre hacia arriba en el canal vertebral hasta el nivel del axis (C2) (segmento V2). Emerge desde el canal vertebral a nivel de C2, pasando por detrás de los pedículos laterales del atlas (C1) para entrar en el cráneo a través del agujero magno (segmento V3) y discurre por delante del tronco cerebral (segmento V4) para unirse al vaso contra lateral por delante del tronco cerebral para dar lugar a la arteria basilar. (12).

#### **LIMITACIONES:**

Problemas físicos como un cuello corto, una bifurcación carotídea alta, vasos tortuosos, sombra sónica de placas calcificadas, tubos de traqueotomía, suturas quirúrgicas, hematoma posoperatorio o los vendajes, líneas centrales, la incapacidad de estar acostado por enfermedad de vías respiratorias o una enfermedad cardíaca o para girar la cabeza en pacientes con artritis y los pacientes que no cooperan pueden limitar los resultados del examen. (13)

**ANTECEDENTES:**

El ultrasonido Doppler es el método de imagen más utilizado en el diagnóstico de la enfermedad carotídea, muchas veces es el único estudio antes de una angioplastia, la colocación de stent o la endarterectomía, sin embargo, aún en nuestros días no existe uniformidad en la interpretación del examen respecto a las velocidades de flujo entre los diferentes centros hospitalarios, lo cual depende en gran medida a la falta de valores estandarizados de velocidades de flujo de dichas arterias, únicamente encontramos medidas ya establecidas en la población norteamericana principalmente.

De ahí la importancia de estudiar población mexicana con el fin de establecer un referente en cuanto a valores de velocidad de flujo a seguir ya que en la actualidad es el único método utilizado en muchas instituciones para determinar si un paciente será candidato o no a otros métodos diagnósticos o de tratamiento.

**JUSTIFICACION:**

El ultrasonido doppler de arterias carótidas, es un método muy utilizado sin embargo hasta donde hemos podido investigar no existen valores de referencia en población mexicana.

Y aun en nuestros días no existe uniformidad en la interpretación del examen respecto a las velocidades de flujo entre los diferentes centros hospitalarios, lo cual depende en gran medida a la falta de valores estandarizados, únicamente encontramos medidas ya establecidas en población norteamericana principalmente.

De ahí la importancia de estudiar pacientes en la población mexicana, con el fin de establecer un referente en cuanto a valores de velocidad de flujo a seguir, ya que en la actualidad es el único método utilizado en muchas instituciones para determinar si un paciente será candidato o no a métodos de diagnóstico o de tratamiento.

**HIPOTESIS:**

Las velocidades de flujo de arterias carótidas de la población sana de CMN 20 de noviembre son diferentes a las descritas por la literatura anglosajona.

**OBJETIVOS:**

Obtener valores de las velocidades de flujo de arterias carótidas extra craneales en población adulta de centro médico 20 de Noviembre.

1.- Evaluar la velocidad pico sistólica de arterias carótidas en la población adulta de centro médico 20 de noviembre.

2.- Valorar velocidad diastólica final de arterias carótidas en población adulta de centro médico 20 de noviembre.

3.- Comparar estos valores con lo reportado en literatura Norte Americana

**MATERIAL Y METODOS:**

Se presenta un estudio de tipo observacional, con origen de datos prolectivo en el que si incluyeron a 70 sujetos sanos a los que se les realizó Doppler Carotideo. Se realizó estadística descriptiva. Las características de los sujetos se describen en la tabla 1. Se obtuvieron los valores de Doppler Carotideo de referencia de población anglosajona e referencia al artículo Assessment of Stenosis: Implications of Variability of Doppler Measurements in Normal-appearing Carotid Arteries, de la revista Radiology. Los datos nuevos se recolectaron en formas individualizadas, se vaciaron en una hoja de cálculo (Excel 2007, Microsoft). Se realizó una comparación entre los valores obtenidos en la población estudiada y los valores reportados. La estadística inferencial se realizó con una prueba de T de Student a dos colas, un valor de p de 0.05 se consideró estadísticamente significativo. El análisis de los datos se realizó con Excel 2007 y SPSS para Windows V 19.0.

**TAÑÑO DE LA MUESTRA:**

Este es el primer estudio de su tipo que se realiza en nuestro país, al ser un estudio piloto, se consideró un tamaño de muestra a conveniencia, de 70 casos consecutivos en el periodo de agosto y septiembre de 2011.

**CRITERIOS DE INCLUSION:**

Pacientes entre 18 y 60 años de edad, población de centro médico 20 de noviembre ISSSTE.

**CRITERIOS DE EXCLUSION:**

- 1.- Pacientes que anatómicamente no sean susceptibles por anatomía o no acepten el estudio.
- 2.- Pacientes consecutivos que acudan a realizarse ultrasonido no relacionado con patología cardiovascular o cualquier patología que produzca alteraciones en la presión arterial.

**A. Renal:**

Pielonefritis crónica

Glomerulonefritis aguda ó crónica

Poliquistosis renal

Hidronefrosis

Enfermedad vasculorenal: estenosis a. renal, infarto renal, vasculitis, otras.

Nefropatía diabética

Tumores productores de renina

Retención primaria de sodio (S. de Liddle, S. de Gordon)

**B. Endocrina:**

Acromegalia

Hipo/hipertiroidismo

Cortico adrenal:

- S. de Cushing

- Hiperaldosteronismo primario.

- Hiperplasia adrenal congénita (defecto de 17-alfa y 17-beta-hidroxilasa)

Feocromocitoma

Hormonas exógenas: estrógenos, glucocorticoides, mineralocorticoides, simpaticomiméticos.

Síndrome carcinoide

**C. Alteraciones neurológicas:**

Aumento de presión intracraneal (tumores, encefalitis, acidosis respiratoria)

Sección medular

**D. Coartación de aorta.****E. Estrés agudo, incluyendo cirugía.****F. Toxemia del embarazo****CRITERIOS DE ELIMINACION:**

Pacientes con hallazgos ultrasonográfico de placas de ateroma en arterias carótidas o cualquier otra patología intra o extraluminal, que altere las velocidades.

**DESCRIPCION GENERAL DEL ESTUDIO:**

Se seleccionaron 76 de los 70 pacientes estudiados para la obtención de las velocidades. Pacientes a los que se les solicito participar en la realización de los estudios, derechohabientes del CMN 20 de Noviembre.

Excluyendo a pacientes cuyo hallazgo fueron placas de ateroma calcificadas y engrosamiento de la intima que no producen estenosis del mas de 50% y que aunque se sabe no producen repercusión hemodinámica, se decidió solo inclusión de pacientes sin alteraciones evidentes por doppler color y escala de grises.

Se explico a cada uno de los pacientes en qué consiste el protocolo de estudio, así como la aplicación de un cuestionario (anexo), una vez que se accedió a participar se firmo carta de consentimiento informado, previo a la realización del estudio de ultrasonido doppler carotideo.

Se realizo con equipo ultrasound system PHILLIPS de alta resolución utilizando transductor lineal de 5-13 MHz.

Todas las medidas fueron obtenidas con un ángulo de insonación de 60° con respecto al flujo el cual fue determinado con doppler color.

Así como también se tomaron las medidas a nivel medio en ACC y proximal de ACI, tomando en consideración de hacer las medidas a igual distancia ya que es sabido que las medidas de velocidad con ultrasonido no son constantes a lo largo de la ACC tomando en cuenta que la velocidad pico sistólica tiene un descenso medio de 9 cm/seg por cada cm de distancia hacia la bifurcación carotidea de la aorta (6).

#### **ANALISIS DE DATOS:**

Se interpretaron y analizaron los estudios de Doppler de los pacientes y posteriormente se analizaron con en el software Statistical Package for the Social Science (IBM SPSS Statistics v.19) la velocidad pico sistólica y velocidad diastólica final de arteria carótida común, interna y externa de forma bilateral, para realizar comparativo con población norteamericana así como entre población CMN 20 de Noviembre. Los sujetos de estudio se agruparon por rangos de edad: de 18 a 49 años y de 50 a 60 años.

Se reportan medidas de tendencia central y dispersión (media, desviación estándar y valores mínimos y máximos). El análisis (comparación) de las variables continuas se realizó mediante una prueba para muestras independientes (T de Student) a dos colas, un valor de p de 0.05 fue considerado estadísticamente significativo.

#### **RECURSOS HUMANOS:**

2 Médicos adscritos de ultrasonido

1 Medico asesor de investigación

1 Médico residente de radiología.

## RESULTADOS:

Se realizo ultrasonido doppler de arterias carótidas extracraneales de forma bilateral en modo B, doppler color y espectral en 76 pacientes (43 mujeres y 33 hombres), con un rango de edad de 18 a 60 años, con una media de 42 entre ambos sexos.

Se seleccionaron 70 de 76 pacientes estudiados a los que se les solicito participar en la realización del ultrasonido doppler, excluyendo a 6 pacientes en cuyos hallazgos se observo 5 pacientes que corresponde a 7.1% con placas de ateroma calcificada de localización en bulbo carotideo de aprox 0.4 x 0.2 cm, y un paciente que corresponde a 1.4% con engrosamiento de la intima de 1cm, que aunque no producían repercusión hemodinámica se decidió no incluirlos en nuestro estudio.

Se encontró que la población incluida de 38 pacientes en total correspondía a 54.3% de mujeres y 32 pacientes a un 45.7% de hombres.

Se observa una edad media en ambos sexos de 42.27 años, 37.03 años en hombres y 46.6 años en mujeres, con una mediana en ambos de 42 años, 34.5 en hombre y 49.5 en mujeres, y una moda en ambos sexos de 27 años, 27 años en hombres y 60 en mujeres.

Correspondiente en ambos sexos al 20% de la población en el rango de edad de 18 a 30 años, 28.57% de 31 a 40 años, 21.42% de 41 a 50 años y 30% de 51 a 60 años.

En la población de mujeres correspondió a 4.28% en el rango de edad de 18 a 30 años, 12.85% de 31 a 40 años, 11.42% de 41 a 50 años, 25.71% de 51 a 60 años y de 15.71 % en rango de edad en varones de 18 a 30 años, 15.71% 31 a 40 años, 10% de 41 a 50 años y 4.28% de 51 a 60 años.

Se realizo análisis de velocidades pico sistólica y velocidad diastólica final en ambas arterias carótidas comunes, internas y externas extracraneales obteniendo velocidades mínimas y máximas por rangos de edad y lugar de residencia debido a la variabilidad de las mismas de acuerdo al lugar de residencia por la altura de la ciudad de México y alteración de acuerdo a

endurecimiento de las mismas por edad, así como la media y desviación estándar, estas dos últimas para realizar comparativo con bibliografía norteamericana.

### **VELOCIDADES EN POBLACION CMN 20 DE NOVIEMBRE**

La velocidad pico sistólica en cm/seg promedio de ACI derecha  $\pm$  SD a nivel distal de  $76.3 \pm 16.0$  no tuvo diferencia significativa con el lado izquierdo de  $74.2 \pm 14.0$ .

La velocidad pico sistólica en cm/seg promedio de ACC derecha  $\pm$  SD a nivel medio de  $87.0 \pm 17.75$  no tuvo diferencia significativa con el izquierdo de  $86.3 \pm 17.1$ .

Lo mismo para la velocidad al final de la diástole derecha en cm/seg de ACI de  $25.4 \pm 8.2$  sin diferencia significativa de  $26.8 \pm 7.0$  y la ACC media derecha de  $22.97 \pm 5.8$  con  $25.2 \pm 6.3$  izquierda.

Presentando la menor diferencia de velocidad la Ica distal derecha con  $3.3$  cm/seg y ( $p < 0.05$ ) y la mayor diferencia fue mostrada en ACC media derecha con  $12.14$  cm/seg y ( $p < 0.05$ ), que fueron estadísticamente significativos.

Dichos resultados se observan en las tablas anexas.

### **VELOCIDADES EN POBLACION EEUUAA Y CMN 20 DE NOVIEMBRE.**

La mayor diferencia obtenida en cm/seg fue en la velocidad pico sistólica de la ICA distal derecha con  $11.24$  y un P valor de  $0.0001$  que fue estadísticamente significativo.

La menor diferencia obtenida en cm/seg fue en la velocidad final diastólica de la ICA distal derecha con  $2$  y un P valor de  $0.01$  que fue estadísticamente significativo.

La velocidad pico sistólica de:

**ACC media derecha** se obtuvo un P-valor de  $0.05$  y una diferencia de velocidad en cm/seg de  $4.3$  entre ambas poblaciones, que fue estadísticamente significativo.

**ACC media izquierda** se obtuvo un P-valor de  $0.7$  con una diferencia de  $3.6$  cm/seg entre ambas poblaciones.

Dichos resultados se observan en tablas anexas.

### **DIFERENCIAS DE VELOCIDAD EN POBLACION POR RANGOS DE EDAD 18-49 AÑOS Y 50-60 AÑOS.**

Se obtuvieron las mayores diferencias en:

ACC media derecha e izquierda con diferencias de 12.1 y 11.8 cm/seg respectivamente con un P-valor de 0.004 y 0.005 estadísticamente significativo respectivamente.

De acuerdo a la media y desviación estándar observada en resultados de población norteamericana y población estudio de CMN 20 de noviembre se obtienen los siguientes resultados:

<b>EEUUAA</b>	<b>PSV DERECHO</b>	<b>EDV</b>	<b>PSVIZQUIERDO</b>	<b>EDV</b>
<b>ARTERIA</b>				
<b>Distal ICA</b>	65.1 ± 19.1	23.4 ± 9.0	65.2 ± 17.1	23.9 ± 8.3
<b>Middle CCA</b>	82.7 ± 24.3	19.4 ± 7.8	87.6 ± 23.6	21.5 ± 8.3

**Nota— Los valores mostrados en (cm/seg), expresados como la media ± SD, fueron obtenidos de 85 pacientes.**

PSV (velocidad pico sistólica)

EDV (velocidad al final de la diástole)

<b>CMN 20 NOV</b>	<b>PSV DERECHO</b>	<b>EDV</b>	<b>PSV IZQUIERDO</b>	<b>EDV</b>
<b>ARTERIA</b>				
<b>Distal ICA</b>	76.3 ± 16.0	25.4 ± 8.2	74.2 ± 14.0	26.8 ± 7.0
<b>Middle CCA</b>	87.0 ± 17.75	22.97 ± 5.8	86.3 ± 17.1	25.2 ± 6.3

**Nota— Los valores mostrados en (cm/seg), expresados como la media ± SD, fueron obtenidos de 70 pacientes.**

MEDICION	EEUUAA (n=46)	CMN 20 Nov. (n=24)	Diferencia	p
<b>VELOCIDAD PICO SISTOLICA</b>				
ICA Distal der	65.1 (19.1)	76.34 (16.05)	11.24	0.0001
ICA distal izq.	65.2 (17.1)	74.2 (14.0)	9	0.0005
ACC media der	82.7 (24.3)	87.0 (17.75)	4.3	0.0556
ACC media izq.	82.7 (24.3)	86.3 (17.1)	3.6	0.7163
<b>VELOCIDAD FINAL DIASTOLICA</b>				
ICA distal der	23.4 (9.0)	25.4 (8.2)	2	0.01540
ICA distal izq.	23.9 (8.3)	26.8 (7.0)	2.9	0.0203
ACC media der	19.4 (7.8)	22.97 (5.8)	3.57	0.0019
ACC media izq.	21.5 (8.3)	25.2 (6.3)	3.7	0.0021

**Nota—** Los valores mostrados en (cm/seg), expresados como media ( $\pm$ SD)

**COMPARATIVO DE VELOCIDAD PICO SISTOLICA Y DIASTOLICA FINAL EN VASOS ESTUDIADOS DE POBLACION 18-49 AÑOS Y 50-60 AÑOS CMN 20 DE NOVIEMBRE.**

MEDICION	18-49 (n= 46)	50-60 (n=24)	Diferencia	p
<b>VELOCIDAD PICO SISTOLICA</b>				
ICA Distal der	77.47 (16.49)	74.17 (15.26)	3.3	0.041
ICA distal izq.	75.2 (14.25)	72.32 (13.65)	2.88	0.005
ACC media der	91.23 (17.63)	79.09 (15.36)	12.14	0.004
ACC media izq.	90.43 (15.09)	78.57 (18.4)	11.86	0.005
<b>VELOCIDAD FINAL DIASTOLICA</b>				
ICA distal der	24.79 (7.54)	26.59 (9.5)	1.8	0.389
ICA distal izq.	26.4 (7.32)	27.67 (6.62)	1.27	0.173
ACC media der	22.28 (6.15)	24.3 (5.15)	2.02	0.0503
ACC media izq.	25.31 (6.55)	25.18 (6.11)	0.13	0.0436

**Nota—** Los valores mostrados en (cm/seg), expresados como Media ( $\pm$ DS)

**VELOCIDADES PICO SISTOLICA Y DIASTOLICA FINAL EN VASOS ESTUDIADOS EN POBLACION DE CMN 20 DE NOVIEMBRE POR ENTIDAD FEDERATIVA.**

MEDICION	D.F (n=53)	CHIAPAS (n=4)	VERACRUZ (n=4)
<b>VELOCIDAD PICO</b>			
<b>SISTOLICA</b>			
ICA Distal der	77.10(15.00)	76.40(13.53)	92.17(26.64)
ICA distal izq.	73.60(13.01)	73.45(15.78)	94.50(19.47)
ACC media der	85.01(16.3)	88.22(15.57)	107.05(35.74)
ACC media izq.	84.48(16.7)	94.27(20.91)	97.67(26.64)
<b>VELOCIDAD FINAL</b>			
<b>DIASTOLICA</b>			
ICA distal der	25.83(8.58)	23.90(3.6)	34.32(4.51)
ICA distal izq.	26.47(7.05)	25.85(3.31)	34.75(8.35)
ACC media der	22.47(5.57)	28.25(5.26)	22.10(9.71)
ACC media izq.	24.33(6.04)	31.60(9.67)	26.15(5.90)

**Nota— Los valores mostrados en (cm/seg), expresados como Media ( $\pm$ DS)**

MEDICION	CUERNAVACA (n=3)	PUEBLA (n=2)	ZACATECAS (n=1)
<b>VELOCIDAD PICO</b>			
<b>SISTOLICA</b>			
ICA Distal der	64.90(7.70)	74.96(17.08)	52.8
ICA distal izq.	62.13(14.20)	66.85(12.68)	61.5
ACC media der	83.33(16.30)	93.95(12.16)	81.7
ACC media izq.	82.20(3.50)	84.9(17.5))	78.8
<b>VELOCIDAD FINAL</b>			
<b>DIASTOLICA</b>			
ICA distal der	17.80(3.30)	19.61(7.42)	18
ICA distal izq.	19.70(6.80)	20.16(8.4)	29.8
ACC media der	28.43(7.08)	25.93(4.10)	15.6
ACC media izq.	32.60(4.37)	22.84(2.05)	22.1

**Nota— Los valores mostrados en (cm/seg), expresados como Media ( $\pm$ DS)**

MEDICION	SLP (n=1)	TOLUCA (n=1)	GUADALAJARA (n=1)
<b>VELOCIDAD PICO</b>			
<b>SISTOLICA</b>			
ICA Distal der	92	94.9	112
ICA distal izq.	86.5	108	107
ACC media der	74.9	62.2	72
ACC media izq.	77.8	85.3	66.6
<b>VELOCIDAD FINAL</b>			
<b>DIASTOLICA</b>			
ICA distal der	21.6	21.6	25.2
ICA distal izq.	21.6	23.5	33.6
ACC media der	22.1	23.3	16.8
ACC media izq.	25.9	34.8	32

**Nota—** Los valores mostrados en (cm/seg).

## **CONCLUSIONES:**

En este estudio se incluyeron 70 pacientes con un rango de edad de 18 a 60 años. La mayor población correspondía al sexo femenino en 54.3% y 45.7% hombres.

Los pacientes estudiados y que fueron incluidos en el estudio no presentaron hallazgos patológicos al momento de su realización.

En ambos sexos la edad promedio fue de 42.27 años, el mayor porcentaje de pacientes se localizo en el rango de 51 a 60 años de edad con un 30%. Siendo mujeres predominantemente en un 25.7% y hombres 4.28%.

Las mayores velocidades de pico sistólicas observadas por lugar de residencia fueron las mostradas en población que radica en el estado de Veracruz quienes mostraron una media de velocidad pico sistólica máxima en ACC DERECHA de 107.05 cm/seg y ACC IZQUIERDA de 97.67 cm/seg, que presentan una mayor altitud. Y las menores velocidades sistólicas fueron observadas en residentes del D.F que presenta la menor altitud en comparación con los demás estados de la republica ya referidos.

De acuerdo al lugar de residencia se espera que el traslado de una menor a mayor altitud la presión sanguínea se eleve y por ende las velocidades, esperando encontrar las mayores velocidades en estados de la republica con altitudes menores que el D.F, esto se pudo observar en las velocidades de Veracruz quienes presentan mayores velocidades respecto a las presentadas en el D.F, y tomando en consideración que se tomo el primer día de estancia del paciente.

Sin embargo hay que tener en consideración que en los diferentes estados de la republica existen mínimas y máximas altitudes a nivel del mar en un mismo estado de la republica, que rebasan o no la altitud del D.F., como es el caso de Veracruz cuya mayor altitud se encuentra en la elevación más alta representada por el volcán Pico de Orizaba o Citlaltépetl, con 5 610

metros sobre el nivel del mar (msnm) y las menores altitudes se encuentra en la sierra La Garganta con 860 msnm, y a nivel del mar que es 0 msnm, esta ultima por debajo de la altitud del D.F cuya altitud es a nivel del Ajusco con 3 930 metros sobre el nivel del mar (msnm) y una mínima de 2 300 metros en el centro-oeste, esto explica el aumento de las velocidades en población veracruzana proveniente de menores altitudes que el D.F.

Mediante la prueba T-student se obtienen como resultado que la velocidad de la ICA distal derecha, ICA distal izquierda (sistólica) e ICA distal izquierda, derecha y ACC media derecha y ACC media izquierda (diastólica) son similares entre poblaciones de EEUUAA y México.

Sin embargo en la velocidad pico sistólica de ACC media izquierda en las cuales si hubo diferencia significativa debido a P-valor de 0.7 las diferencias en velocidades entre ambas poblaciones fueron infimas.

Respecto a los resultados de la población por rangos de edad 18-49 años y 50 a 60 años las mayores diferencias observadas fue en ACC media derecha e izquierda sistólica con diferencias de .12.14 y 11.86 respectivamente con significancia estadística.

## ANEXOS

### POBLACION POR SEXO DE PACIENTES A QUIENES SE REALIZO ULTRASONIDO DOPPLER CMN 20 DE NIVIEMBRE.

**TABLA 1.**

SEXO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
FEMENINO	38	54.3
MASCULINO	32	45.7
TOTAL	70	100.0

### LUGAR DE RESIDENCIA EN PACIENTES PARTICIPANTES CMN 20 DE NOVIEMBRE.

**TABLA 2.**

RESIDENCIA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
D.F.	53	75.7
CHIAPAS	4	5.7
VERACRUZ	4	5.7
CUERNAVACA	3	4.3
PUEBLA	2	2.9
ZACATECAS	1	1.4
S.L.P.	1	1.4
TOLUCA	1	1.4
GUADALAJARA	1	1.4
<b>TOTAL</b>	70	100.0

### HALLAZGOS EN ARTERIAS CAROTIDAS EN POBLACION PARTICIPANTE, AL MOMENTO DE LA REALIZACION DEL DOPPLER.

**TABLA 3.**

HALLAZGOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
NINGUNO	70	92.1
PLACA DE ATEROMA	5	6.57
ENGROSAMIENTO INTIMA	1	1.31

TOTAL	76	100.0
-------	----	-------

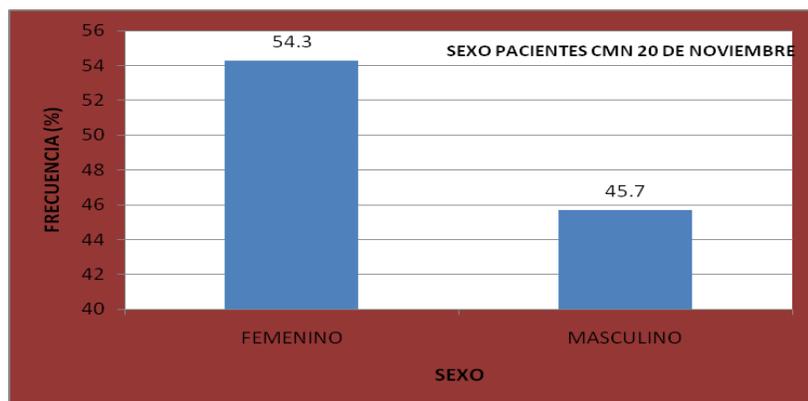
### EDADES EN AMBOS SEXOS AL MOMENTO DE LA REALIZACION DEL ESTUDIO.

**TABLA 4.**

MEDIA	42.27
MEDIANA	42
MODA	27

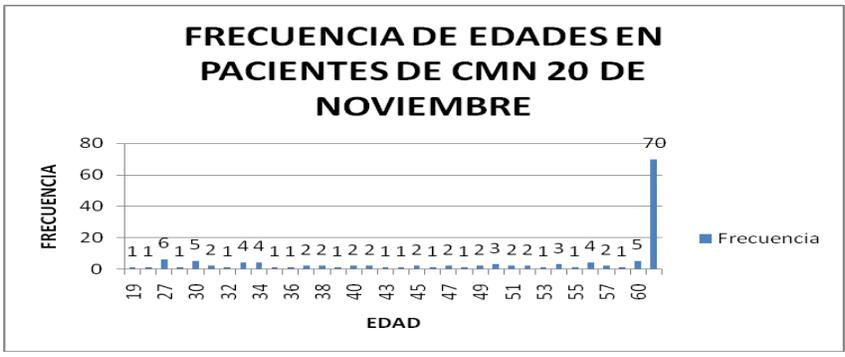
### GRAFICA 1.

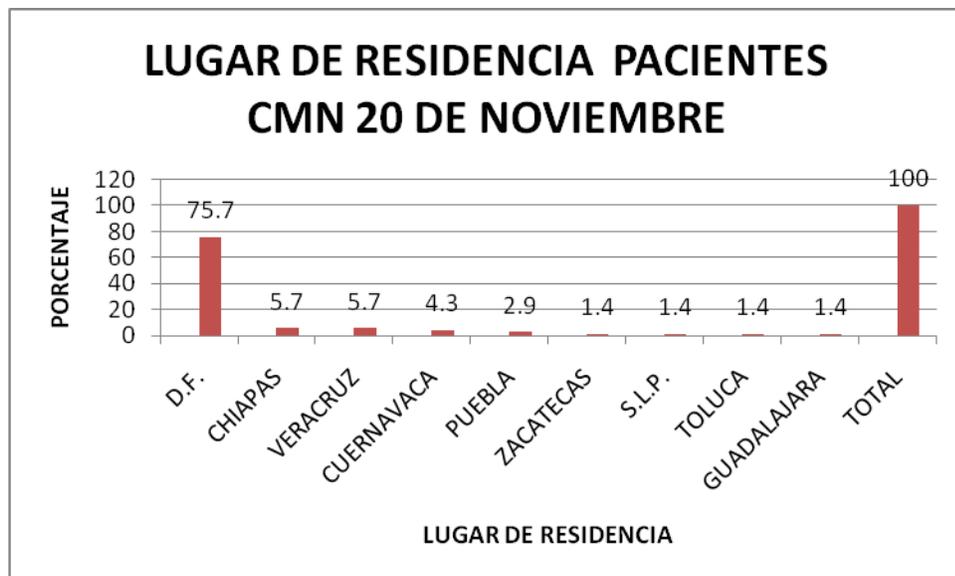
#### POBLACION POR SEXO DE POBLACION ESTUDIO CMN 20 DE NOVIEMBRE



**GRAFICA 2.**

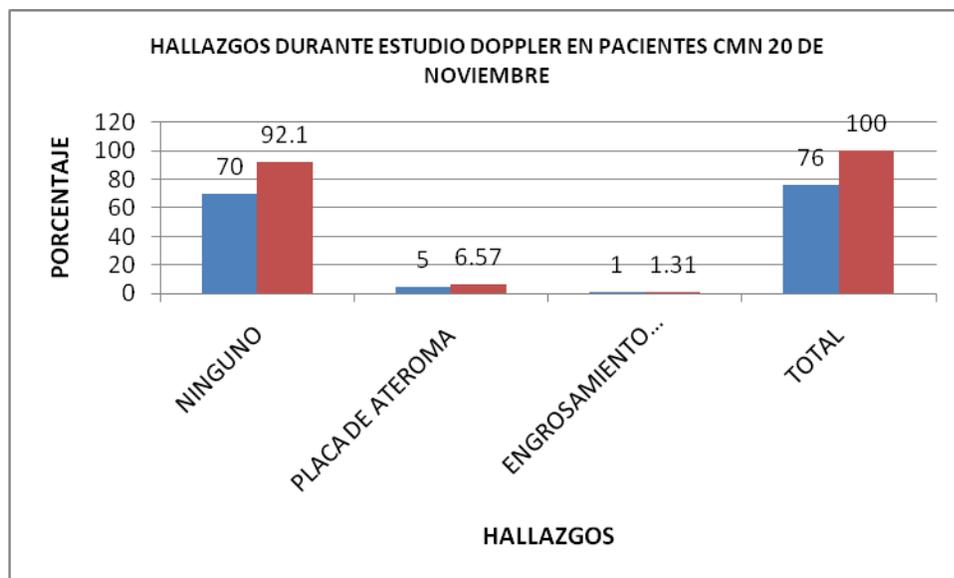
**EDADES EN AMBOS SEXOS AL MOMENTO DE REALIZAR EL ESTUDIO, POBLACION CMN 20 DE NOVIEMBRE.**



**GRAFICA 3.****LUGAR RESIDENCIA POBLACION ESTUDIO.**

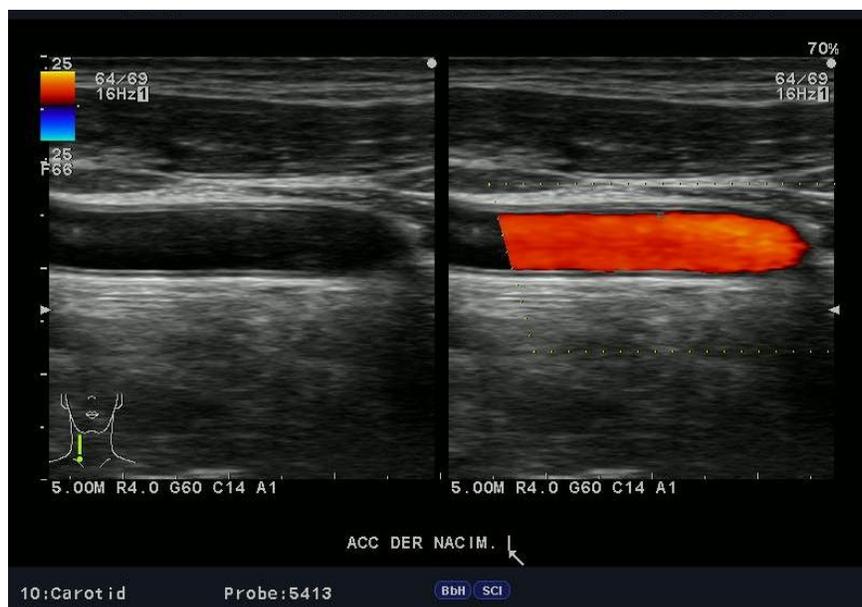
## GRAFICA 4.

## HALLAZGOS EN POBLACION ESTUDIO (PACIENTES EXCLUIDOS).





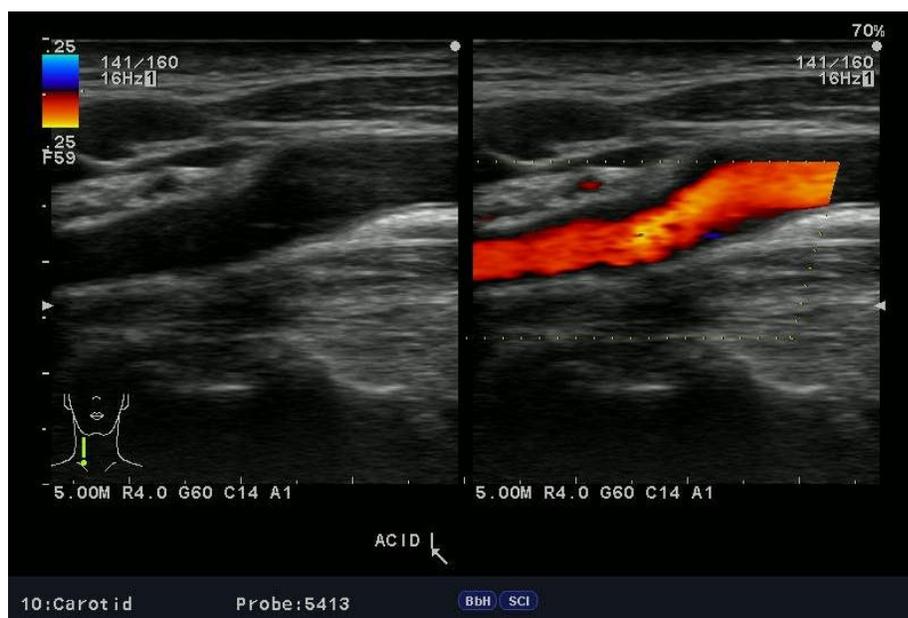
**IMAGEN 1.- IMAGEN DONDE SE OBSERVA ARTERIA CAROTIDA COMUN DE CALIBRE Y TRAYECTO CONSERVADO EN ESCALA DE GRISES CON INTIMA DE ASPECTO NORMAL.**



**IMAGEN 2. MISMA IMAGEN QUE LA ANTERIOR EN DOPPLER COLOR DE ARTERIA CAROTIDA COMUN DONDE SE OBSERVA ADECUADO FLUJO**



**.IMAGEN 3**



**IMAGEN 4**

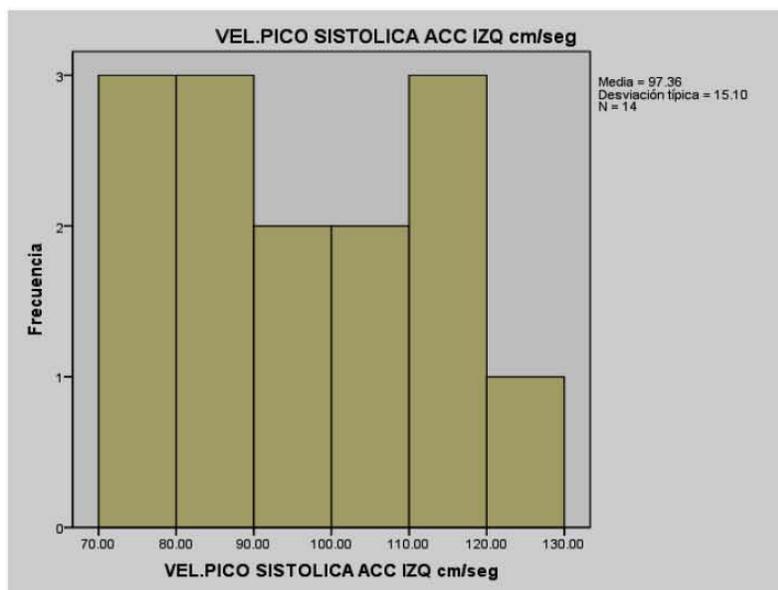
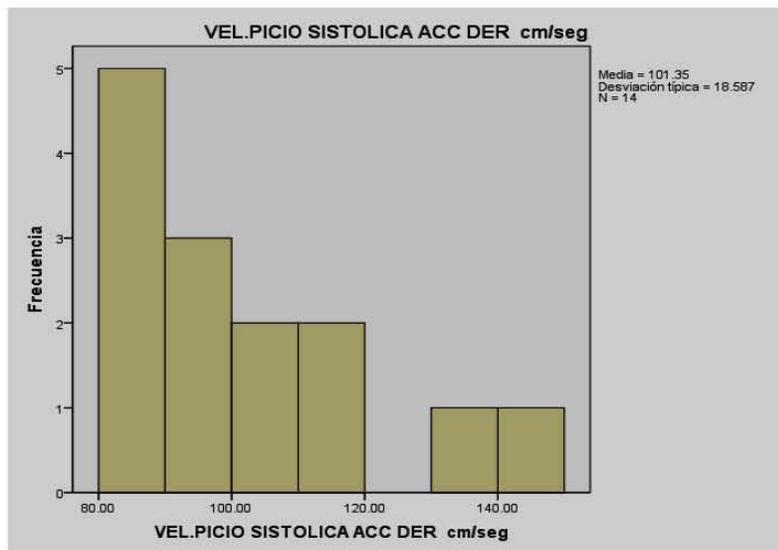
**SE LOGRA OBSERVAR EN IMAGEN 3 ACC Y BULBO CAROTIDEO DE ASPECTO NORMAL ASI COM EN LA IMAGEN 4 ARTERIA CAROTIDA INTERNA DE LAS MISMAS CARACTERISTICAS.**

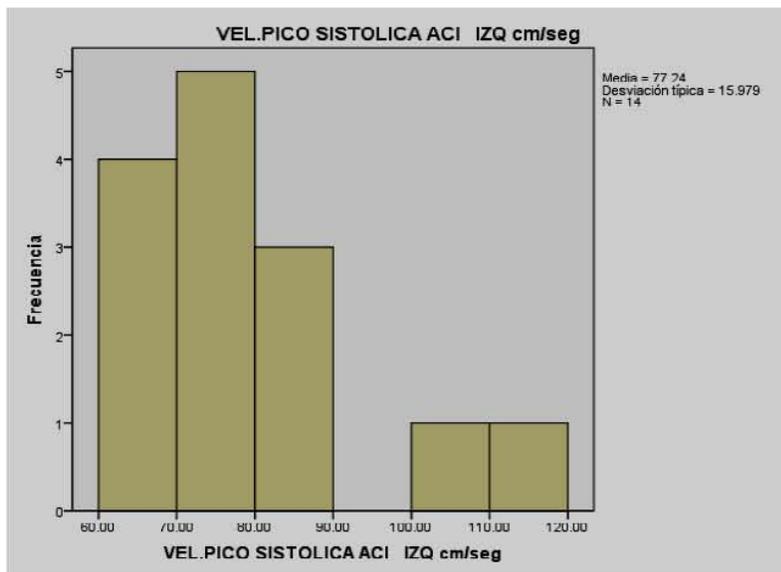
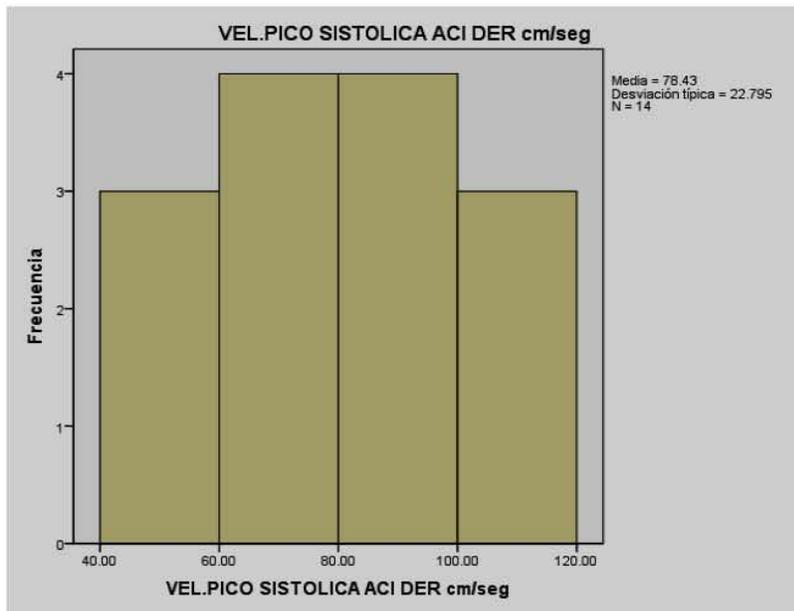
**VELOCIDADES MINIMA Y MAXIMA OBSERVADAS EN POBLACION ESTUDIO DE 18 A 30 AÑOS DE EDAD, ASI COMO SU DESVIACION ESTANDAR. (14 PACIENTES)**

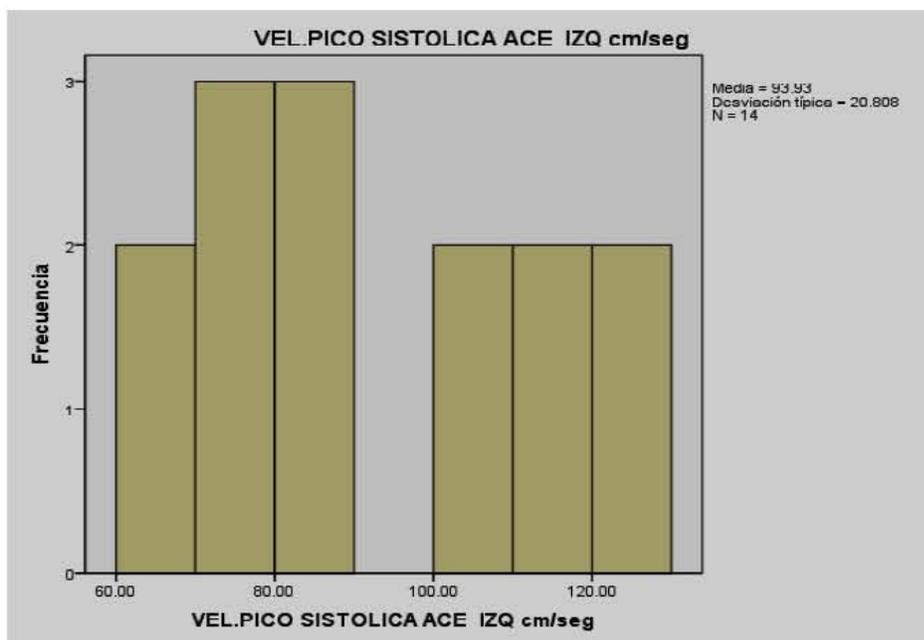
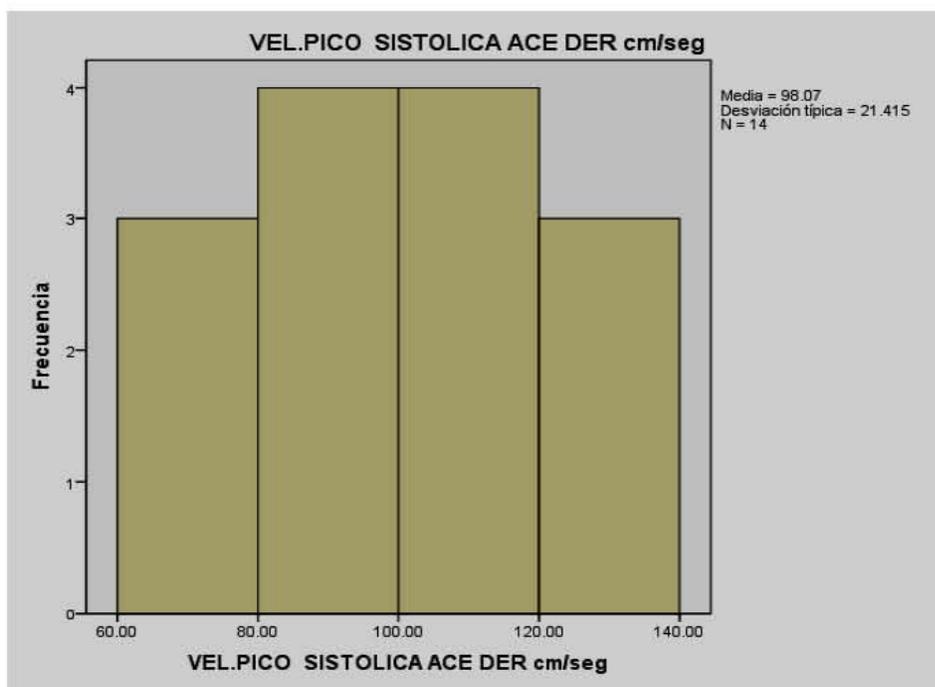
	<b>VEL.PICIO SISTOLICA ACC DER cm/seg</b>	<b>VEL.PICO SISTOLICA ACC IZQ cm/seg</b>	<b>VEL.PICO SISTOLICA ACI DER cm/seg</b>	<b>VEL.PICO SISTOLICA ACI IZQ cm/seg</b>	<b>VEL.PICO SISTOLICA ACE DER cm/seg</b>
<b>Desv. típ.</b>	18.58650	15.10021	22.79502	15.97867	21.41518
<b>Mínimo</b>	80.30	74.40	44.10	60.00	62.40
<b>Máximo</b>	142.00	121.00	119.00	115.00	134.00

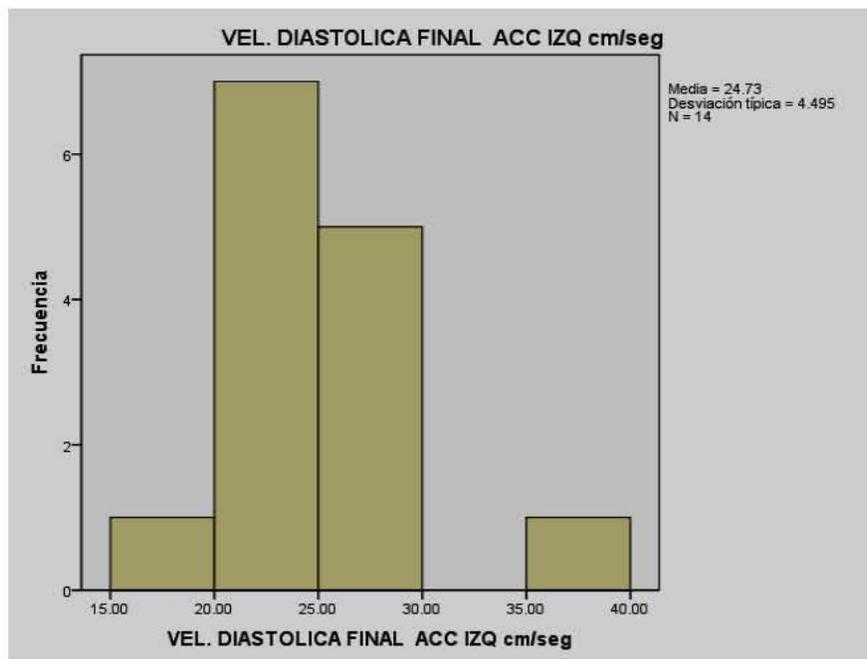
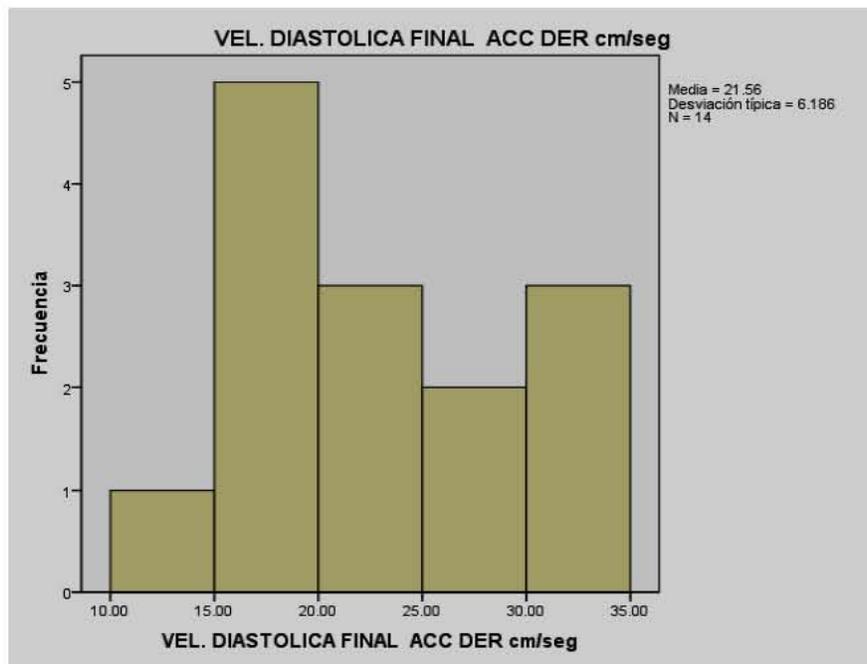
<b>Estadísticos</b>	<b>VEL.PICO SISTOLICA ACE IZQ cm/seg</b>	<b>VEL. DIASTOLIC A FINAL ACC DER cm/seg</b>	<b>VEL. DIASTOLIC A FINAL ACC IZQ cm/seg</b>	<b>VEL. DIASTOLIC A FINAL ACI DER cm/seg</b>	<b>VEL. DIASTOLIC A FINAL ACI IZQ cm/seg</b>
<b>Desv. típ.</b>	20.80822	6.18579	4.49520	4.90638	8.01234
<b>Mínimo</b>	68.40	12.30	15.00	15.00	13.00
<b>Máximo</b>	127.00	32.00	35.40	32.70	44.20

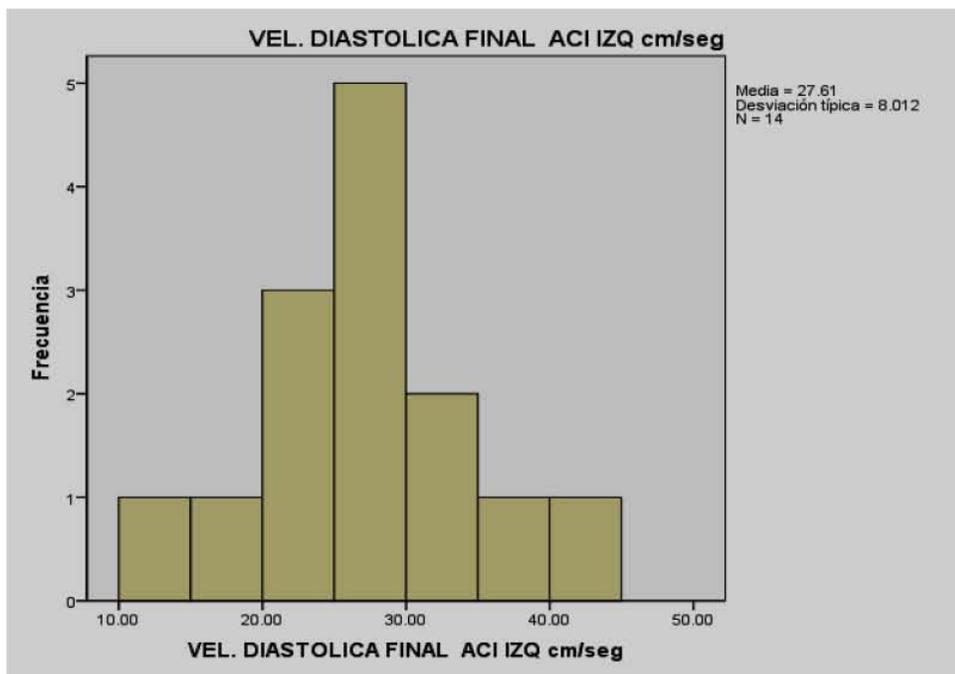
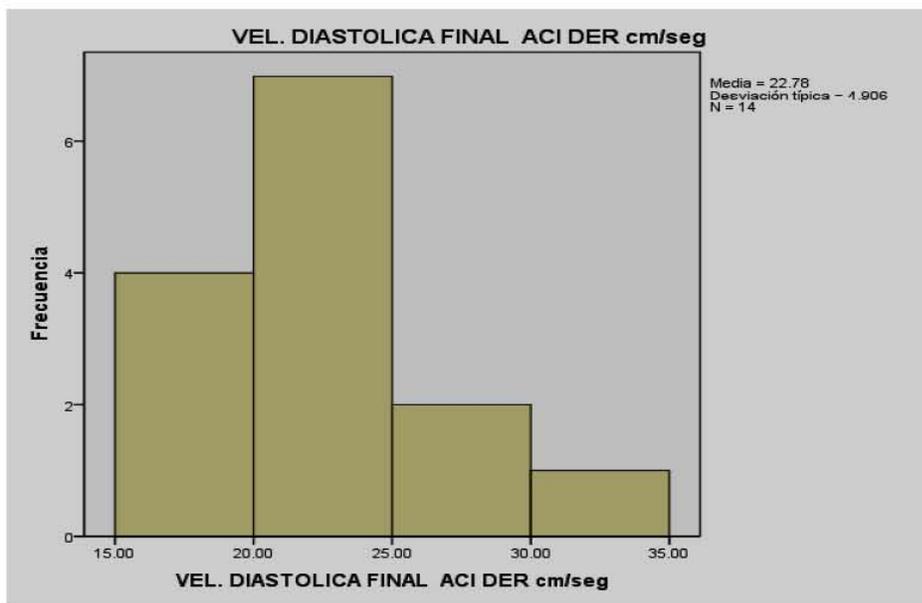
	<b>VEL. DIASTOLIC A FINAL ACE DER cm/seg</b>	<b>VEL. DIASTOLIC A FINAL ACE IZQ cm/seg</b>
<b>Desv. típ.</b>	6.39596	3.54475
<b>Mínimo</b>	9.60	12.10
<b>Máximo</b>	34.00	23.10

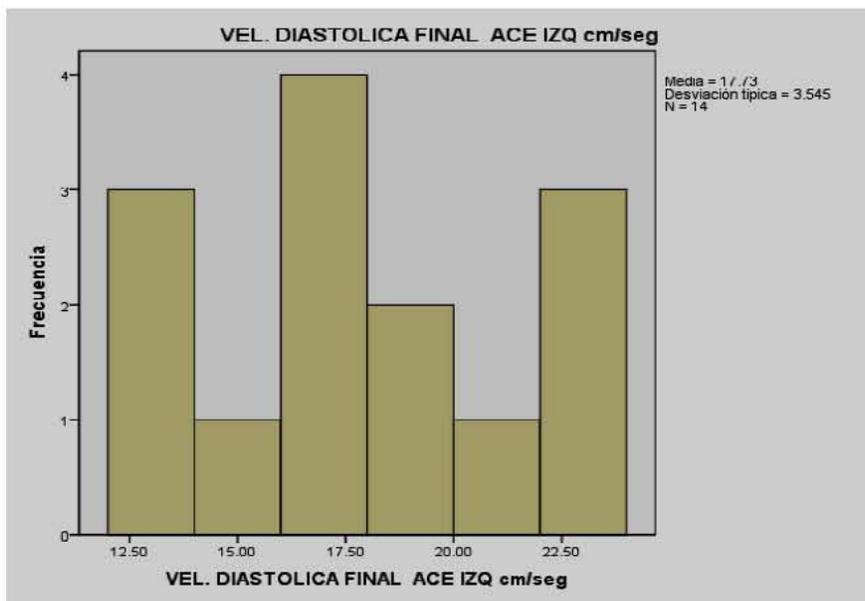
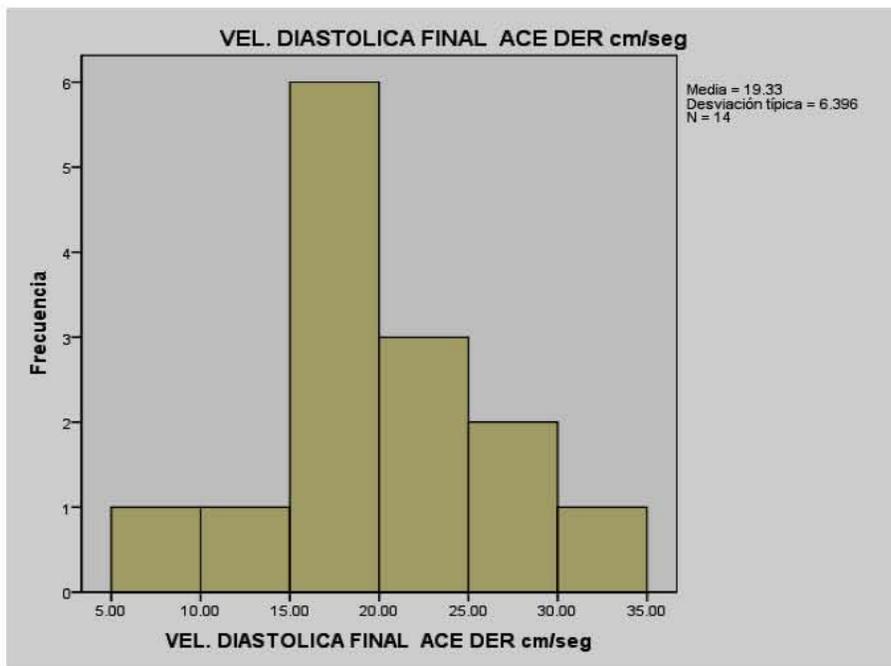
**HISTOGRAMA DE VELOCIDADES EN POBLACION ESTUDIO DE 18 A 30 AÑOS DE EDAD.**











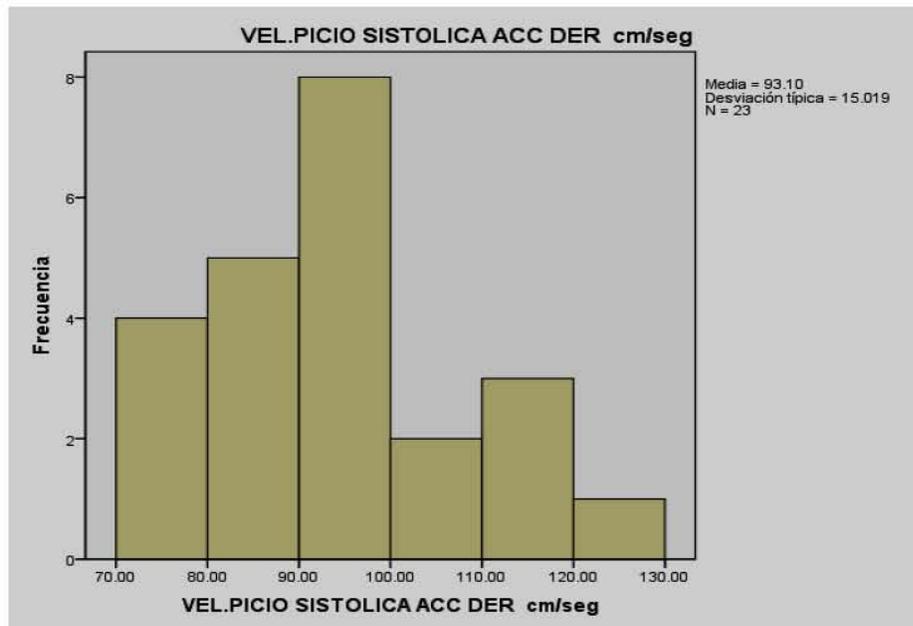
**VELOCIDADES MINIMA Y MAXIMA OBSERVADAS EN POBLACION ESTUDIO DE 31 A 40 AÑOS DE EDAD, ASI COMO SU DESVIACION ESTANDAR. (23 PACIENTES)**

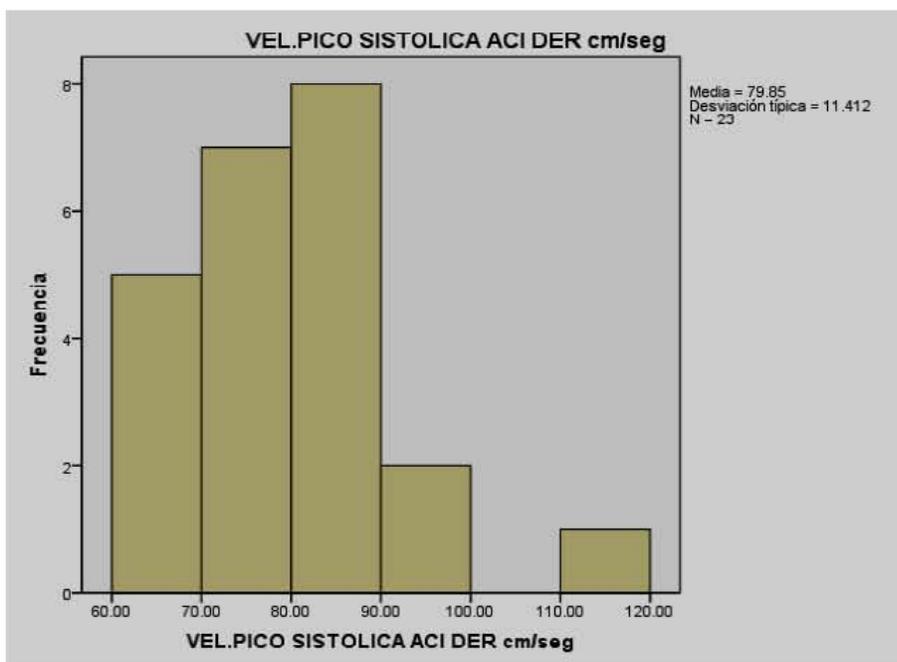
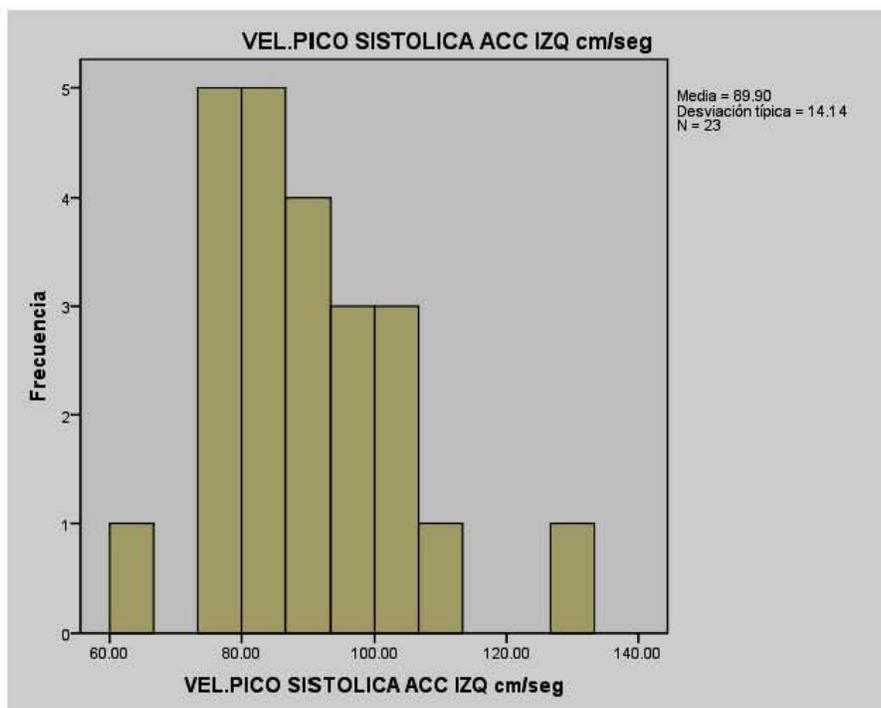
<b>Estadistico</b>	<b>VEL.PICIO SISTOLICA ACC DER cm/seg</b>	<b>VEL.PICO SISTOLICA ACC IZQ cm/seg</b>	<b>VEL.PICO SISTOLICA ACI DER cm/seg</b>	<b>VEL.PICO SISTOLICA ACI IZQ cm/seg</b>	<b>VEL.PICO SISTOLICA ACE DER cm/seg</b>
<b>Desv. típ.</b>	15.01864	14.13955	11.41171	13.18719	17.73312
<b>Mínimo</b>	70.00	62.00	65.30	61.40	55.20
<b>Máximo</b>	128.00	131.00	111.00	119.00	118.00

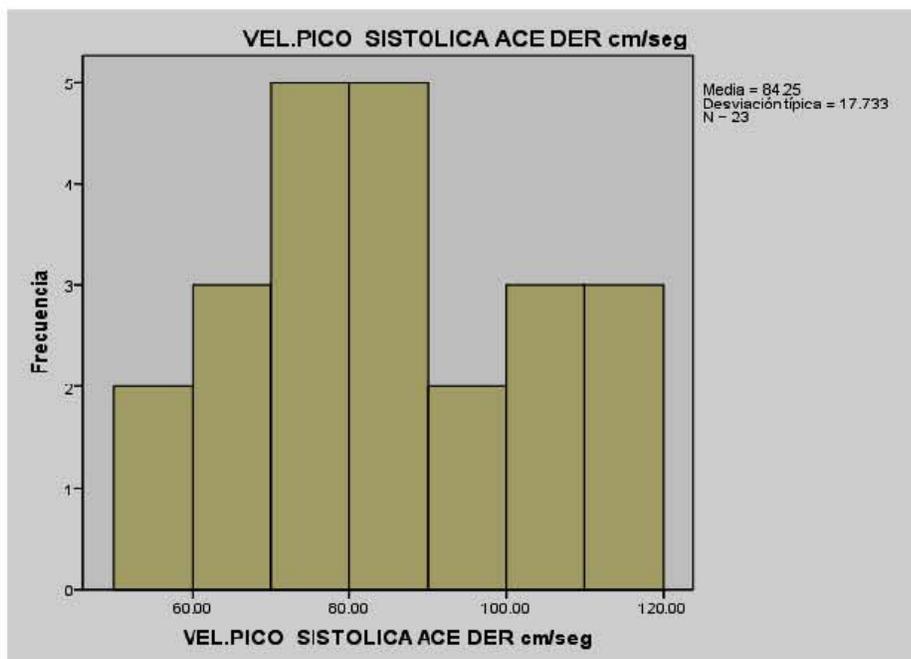
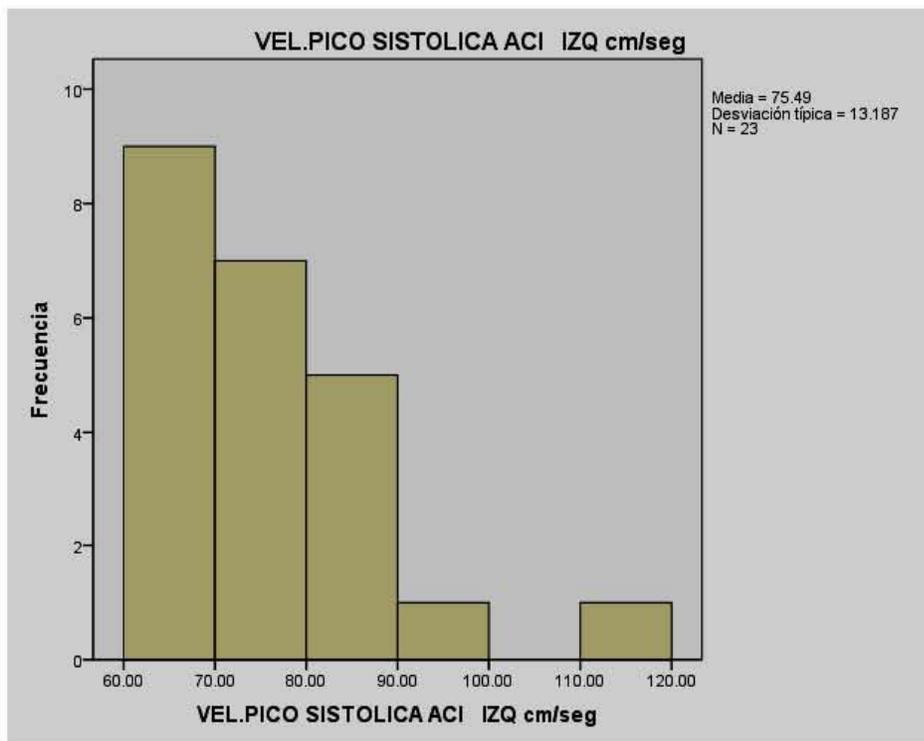
<b>Estadistico</b>	<b>VEL.PICO SISTOLICA ACE IZQ cm/seg</b>	<b>VEL. DIASTOLIC A FINAL ACC DER cm/seg</b>	<b>VEL. DIASTOLIC A FINAL ACC IZQ cm/seg</b>	<b>VEL. DIASTOLIC A FINAL ACI DER cm/seg</b>	<b>VEL. DIASTOLIC A FINAL ACI IZQ cm/seg</b>
<b>Desv. típ.</b>	19.21603	6.06447	6.76997	7.88889	7.26421
<b>Mínimo</b>	46.10	14.40	15.00	11.50	7.50
<b>Máximo</b>	123.00	33.10	38.70	37.50	37.00

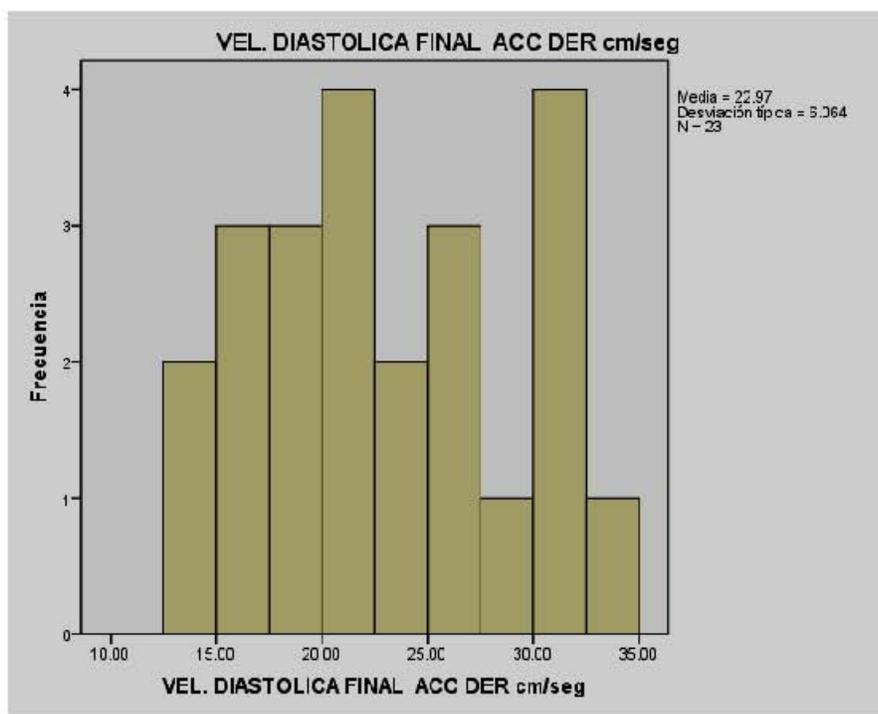
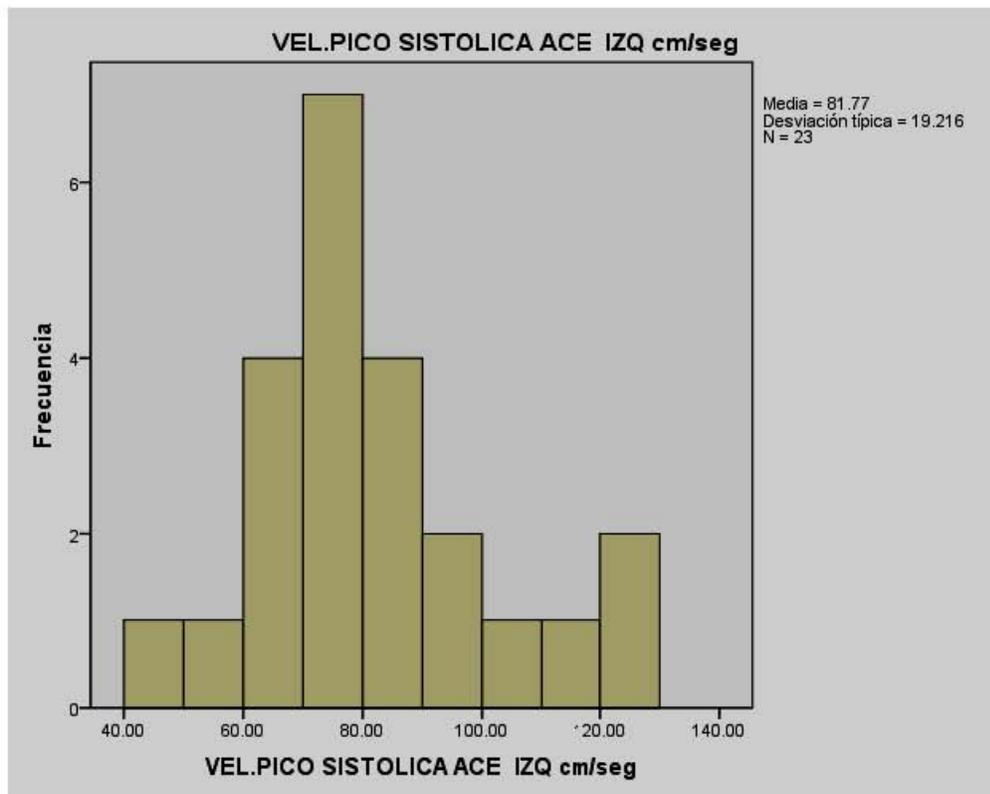
<b>Estadistico</b>	<b>VEL. DIASTOLIC A FINAL ACE DER cm/seg</b>	<b>VEL. DIASTOLIC A FINAL ACE IZQ cm/seg</b>
<b>Desv. típ.</b>	5.47962	6.39566
<b>Mínimo</b>	9.60	8.60
<b>Máximo</b>	33.00	36.00

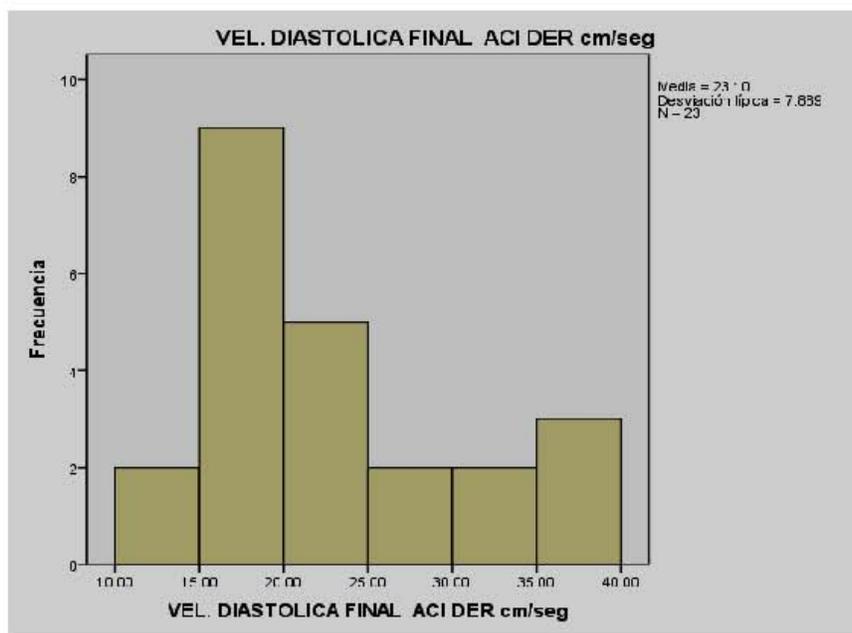
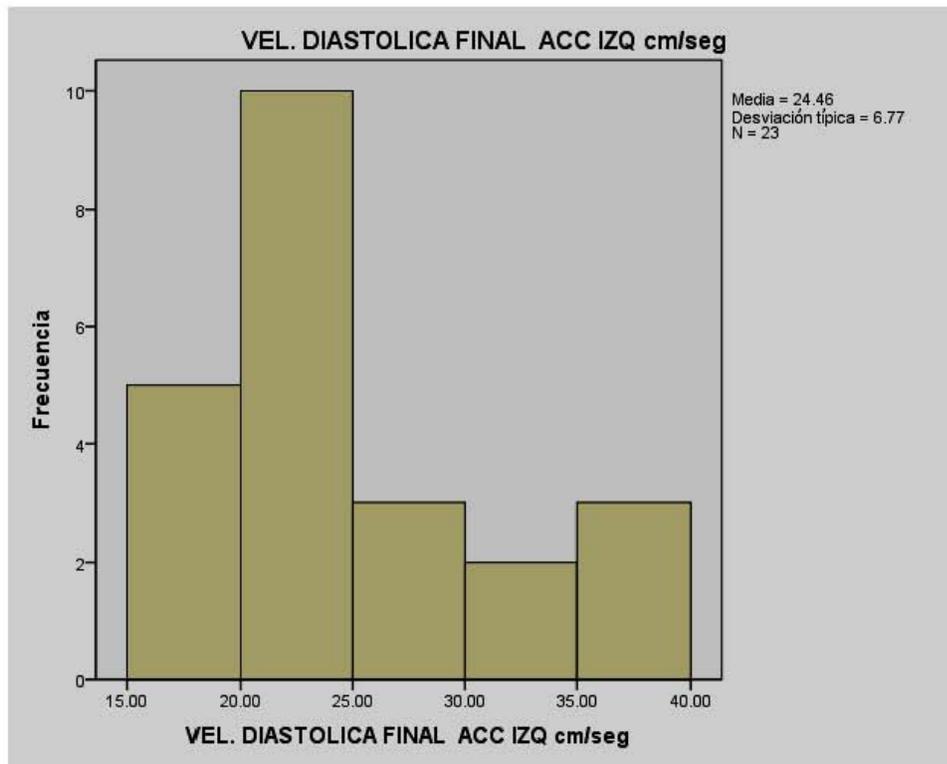
## HISTOGRAMA DE VELOCIDADES EN POBLACION ESTUDIO DE 31 A 40 AÑOS DE EDAD.

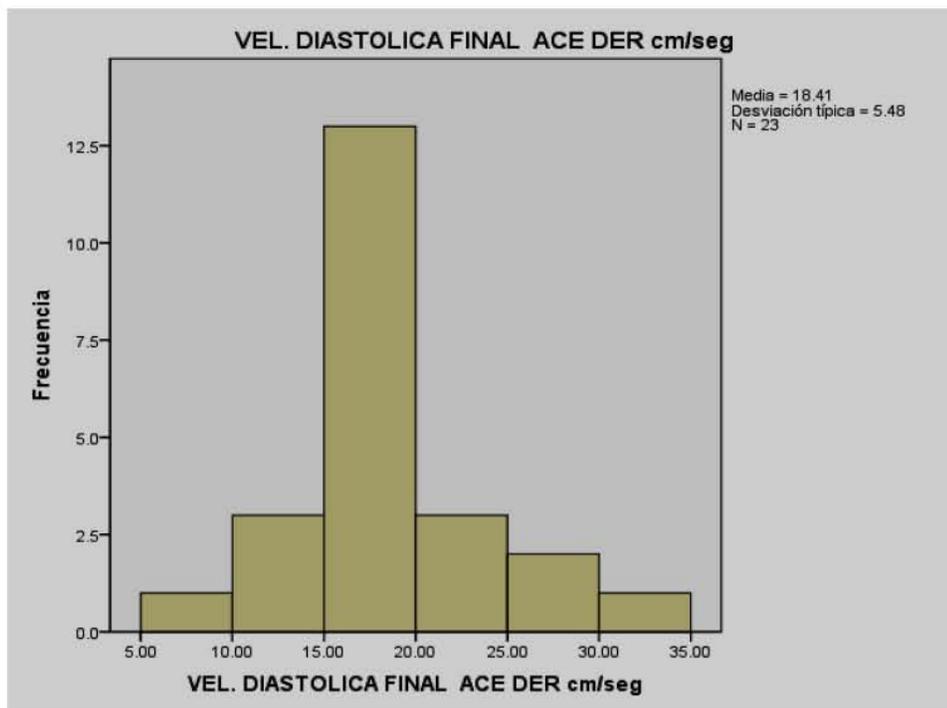
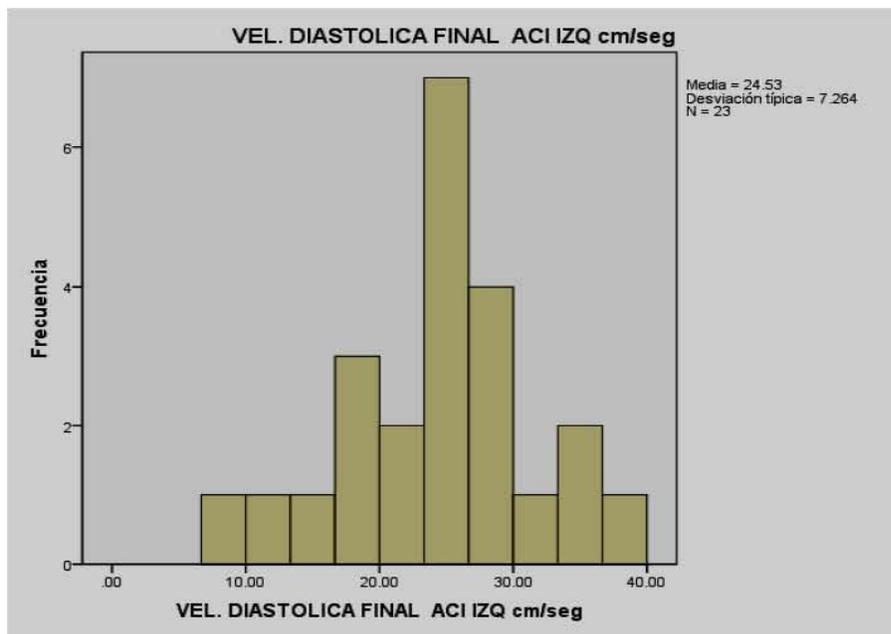


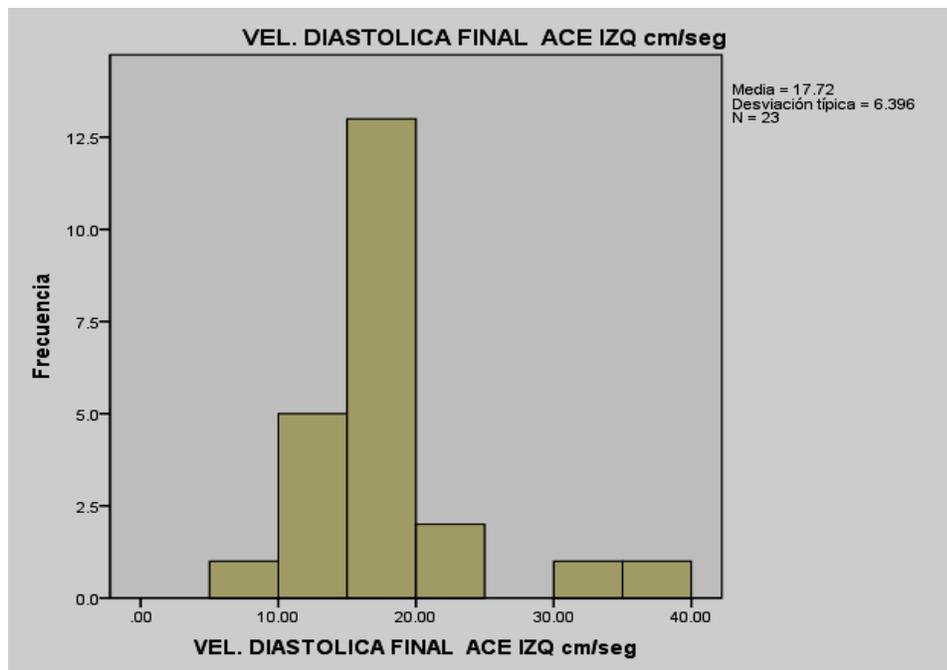












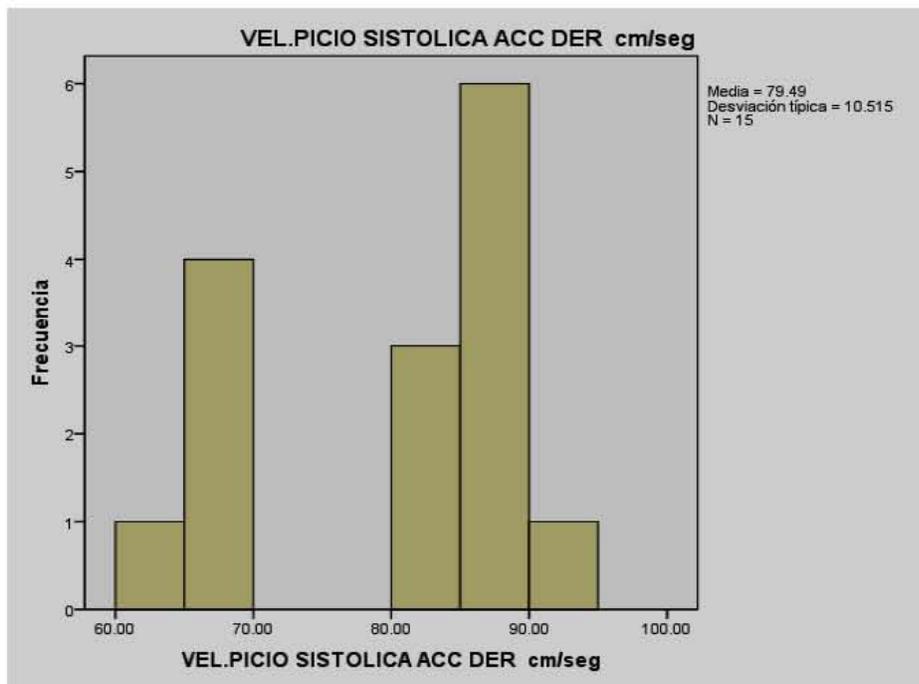
**VELOCIDADES MINIMA Y MAXIMA OBSERVADAS EN POBLACION ESTUDIO DE 41 A 50 AÑOS DE EDAD, ASI COMO SU DESVIACION ESTANDAR. (15 PACIENTES)**

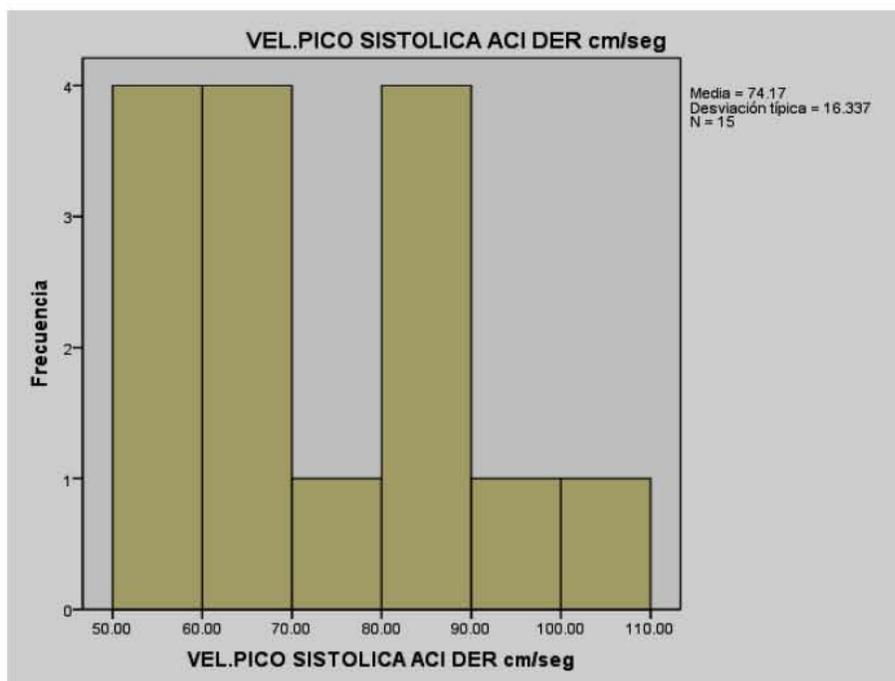
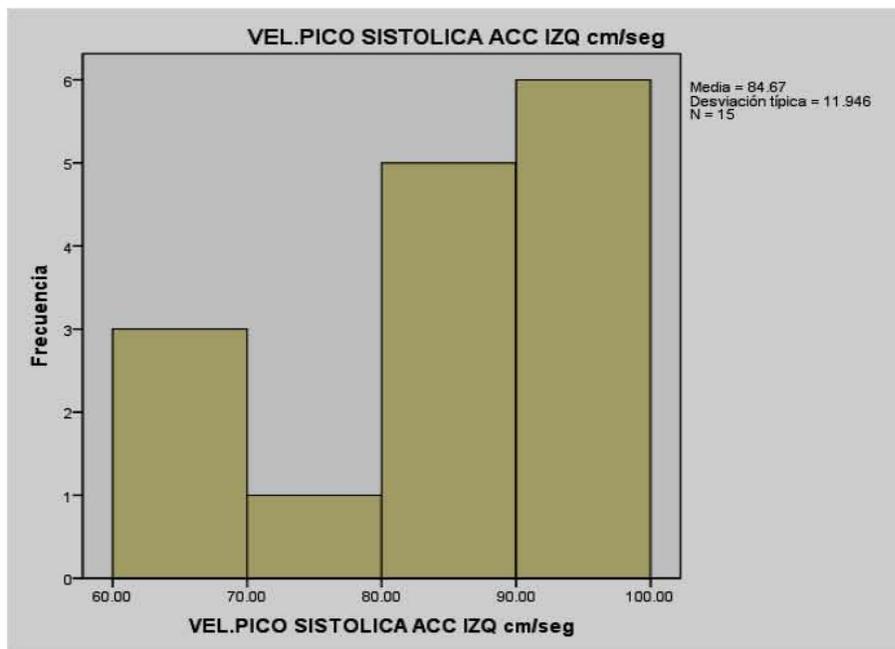
	<b>VEL.PICIO SISTOLICA ACC DER cm/seg</b>	<b>VEL.PICO SISTOLICA ACC IZQ cm/seg</b>	<b>VEL.PICO SISTOLICA ACI DER cm/seg</b>	<b>VEL.PICO SISTOLICA ACI IZQ cm/seg</b>	<b>VEL.PICO SISTOLICA ACE DER cm/seg</b>
<b>Desv. típ.</b>	10.51505	11.94611	16.33679	11.97401	13.80190
<b>Mínimo</b>	60.50	62.20	56.20	50.00	70.80
<b>Máximo</b>	94.10	99.50	108.00	92.10	118.00

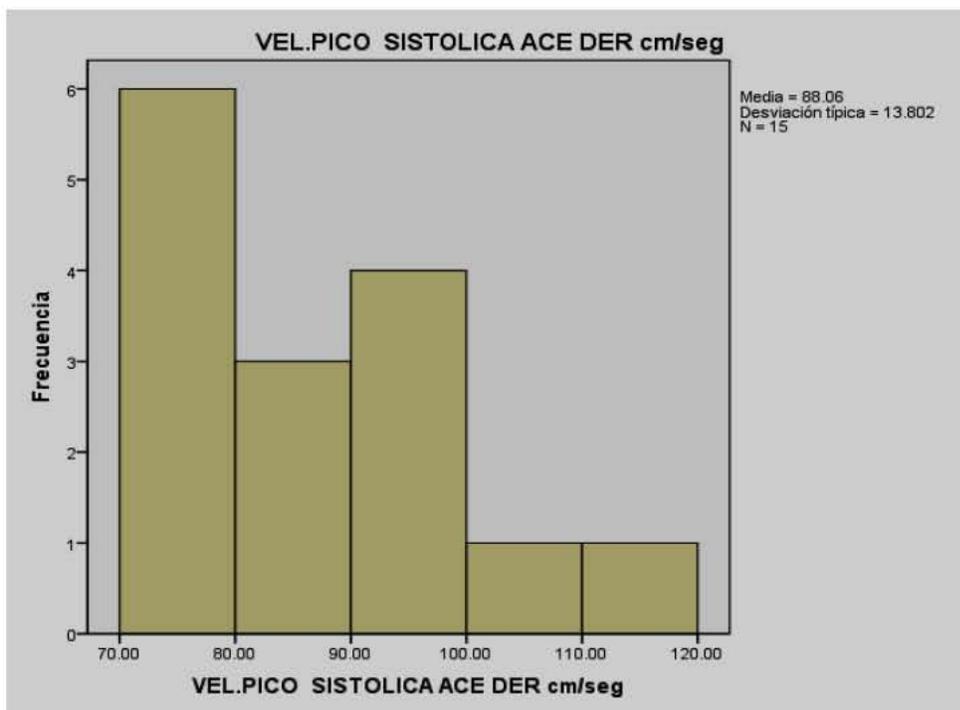
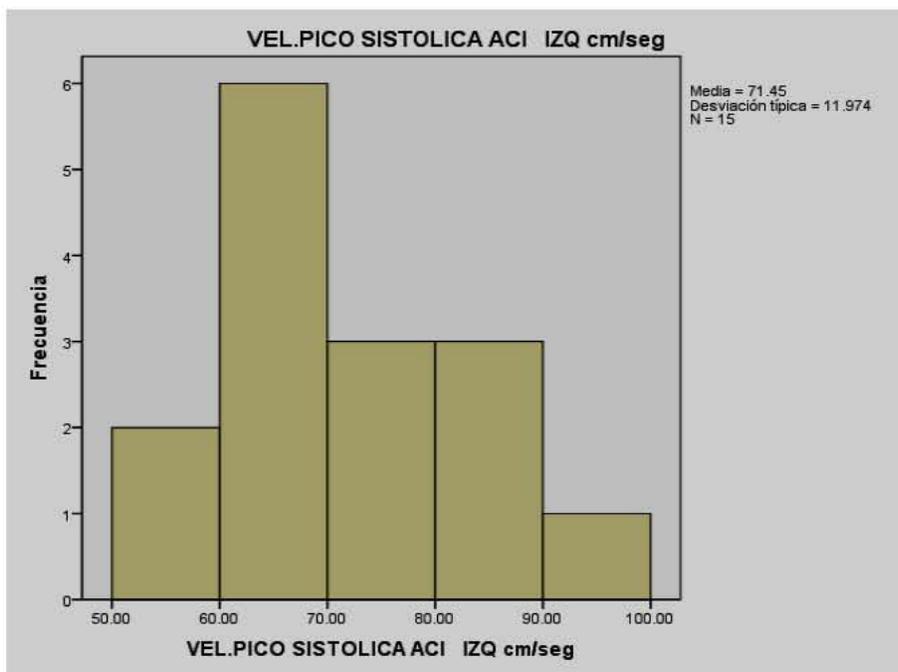
	<b>VEL.PICO SISTOLICA ACE IZQ cm/seg</b>	<b>VEL. DIASTOLIC A FINAL ACC DER cm/seg</b>	<b>VEL. DIASTOLIC A FINAL ACC IZQ cm/seg</b>	<b>VEL. DIASTOLIC A FINAL ACI DER cm/seg</b>	<b>VEL. DIASTOLIC A FINAL ACI IZQ cm/seg</b>
<b>Desv. típ.</b>	17.64129	7.11873	7.62915	8.63835	6.36772
<b>Mínimo</b>	53.80	9.90	15.90	10.10	14.40
<b>Máximo</b>	104.00	36.00	37.20	40.30	39.60

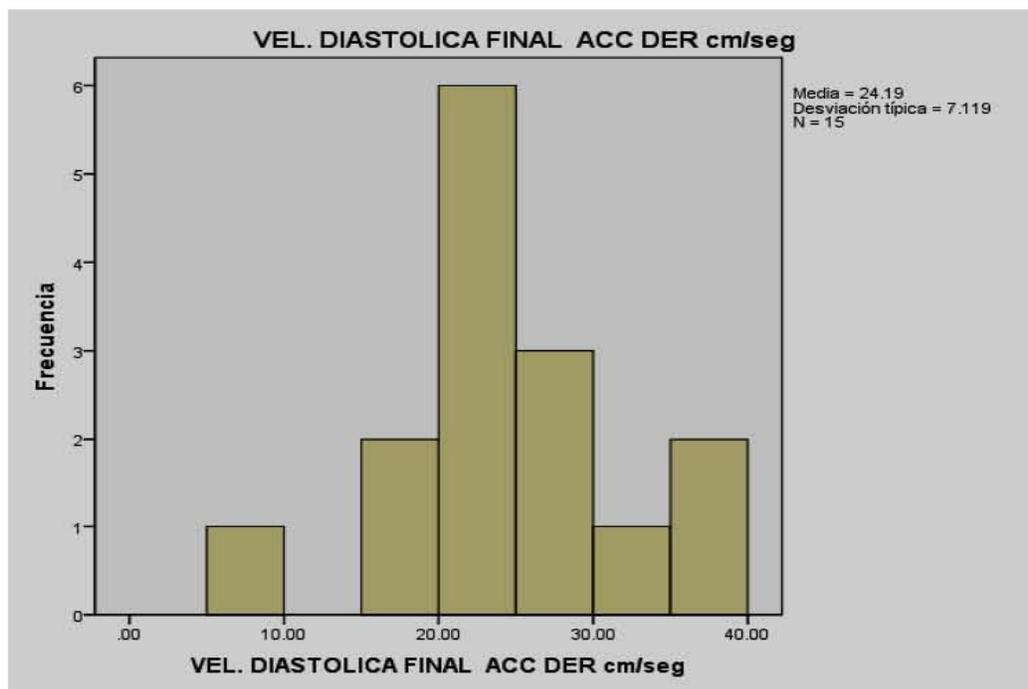
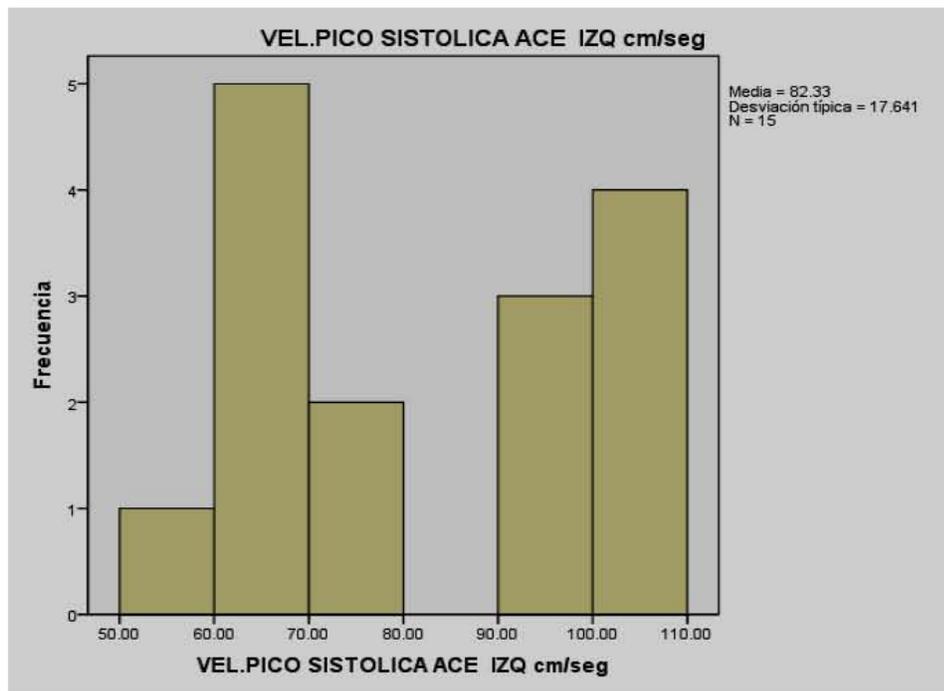
	<b>VEL. DIASTOLIC A FINAL ACE DER cm/seg</b>	<b>VEL. DIASTOLIC A FINAL ACE IZQ cm/seg</b>
<b>Desv. típ.</b>	8.57098	6.92489
<b>Mínimo</b>	7.70	11.90
<b>Máximo</b>	42.00	34.00

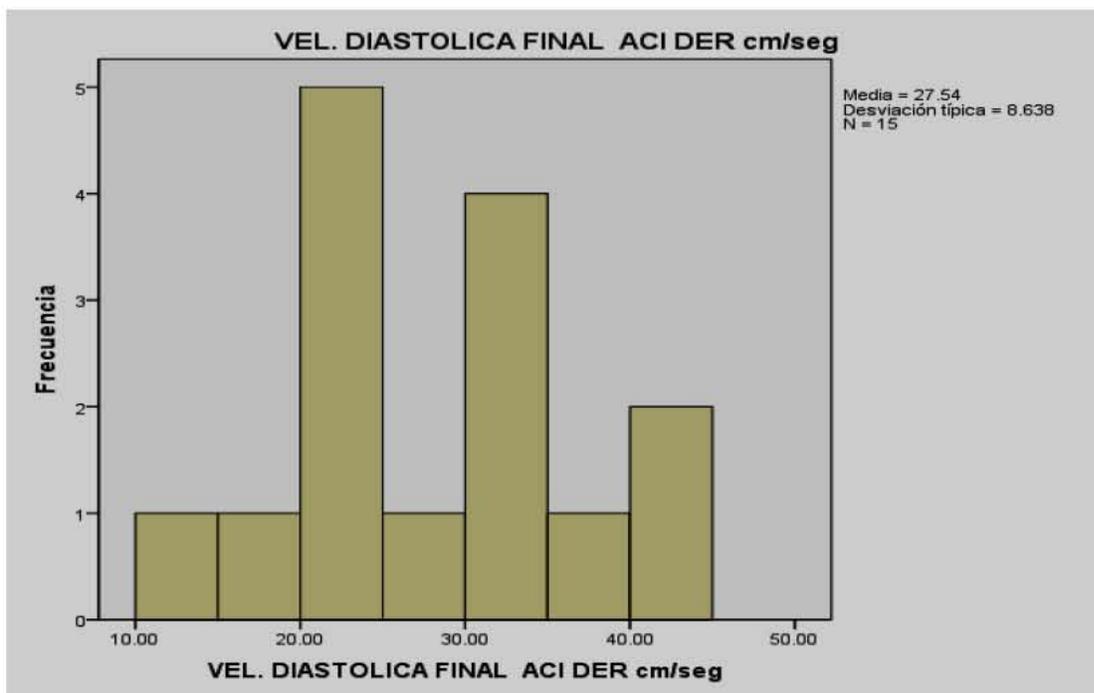
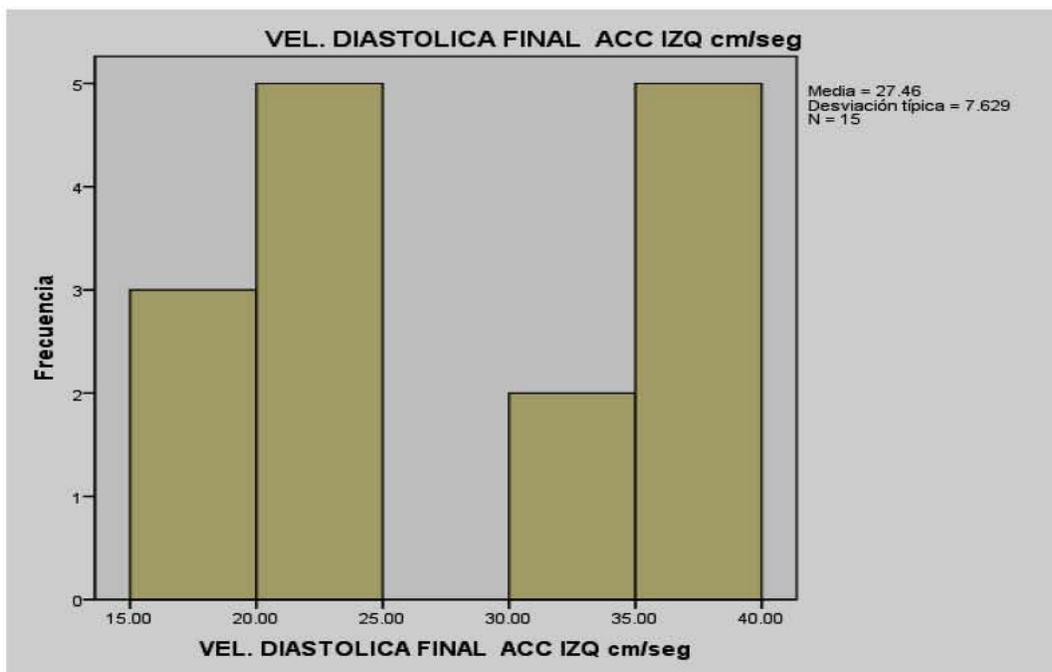
## HISTOGRAMA DE VELOCIDADES EN POBLACION ESTUDIO DE 31 A 40 AÑOS DE EDAD.

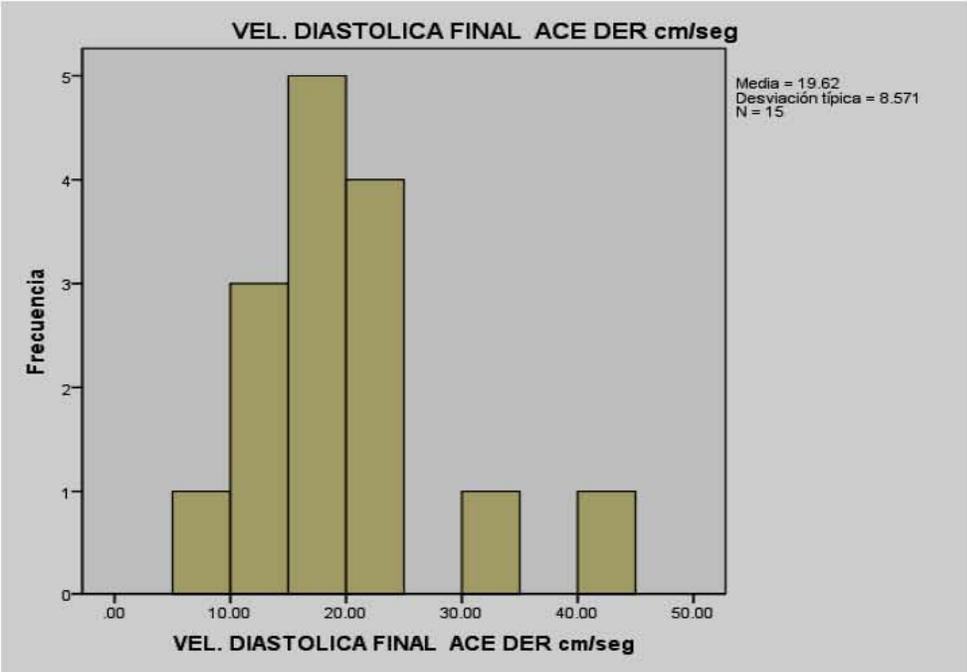
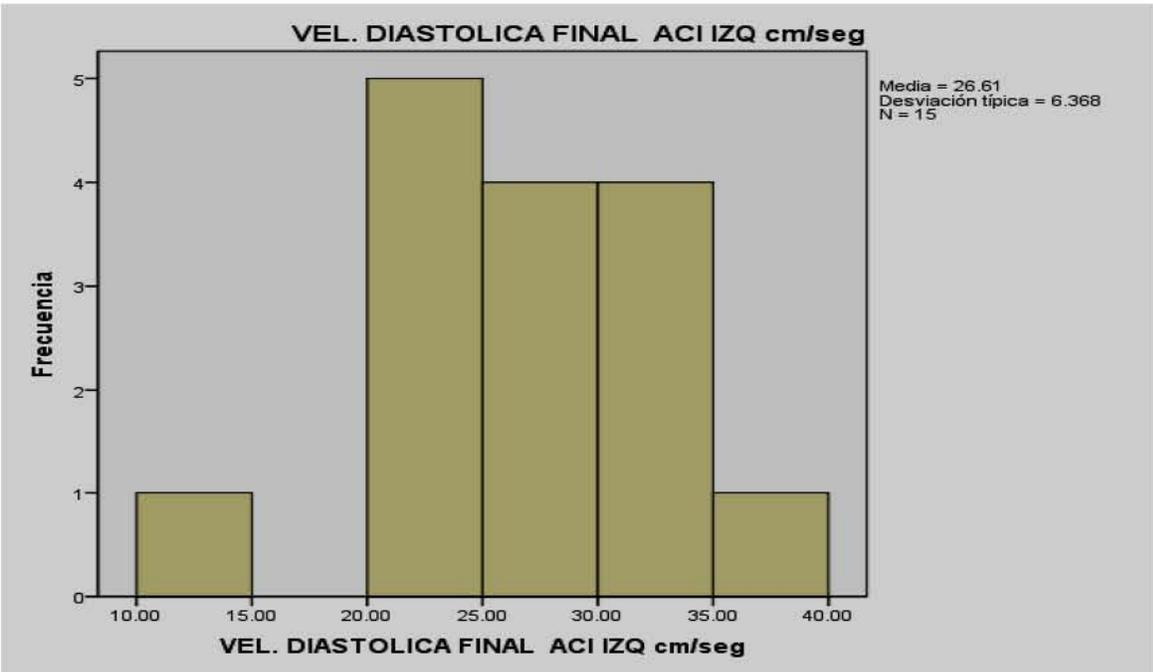


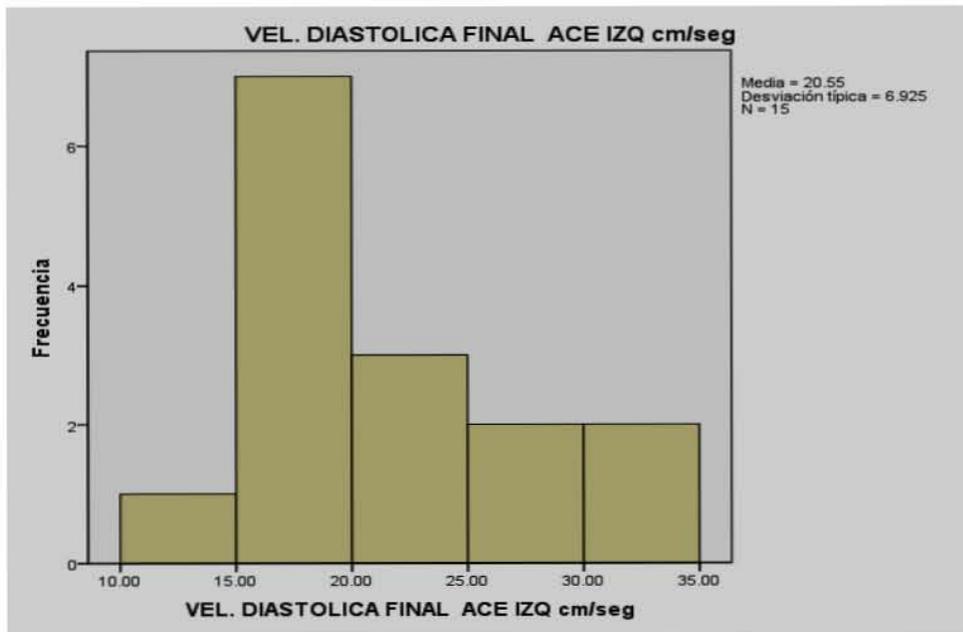












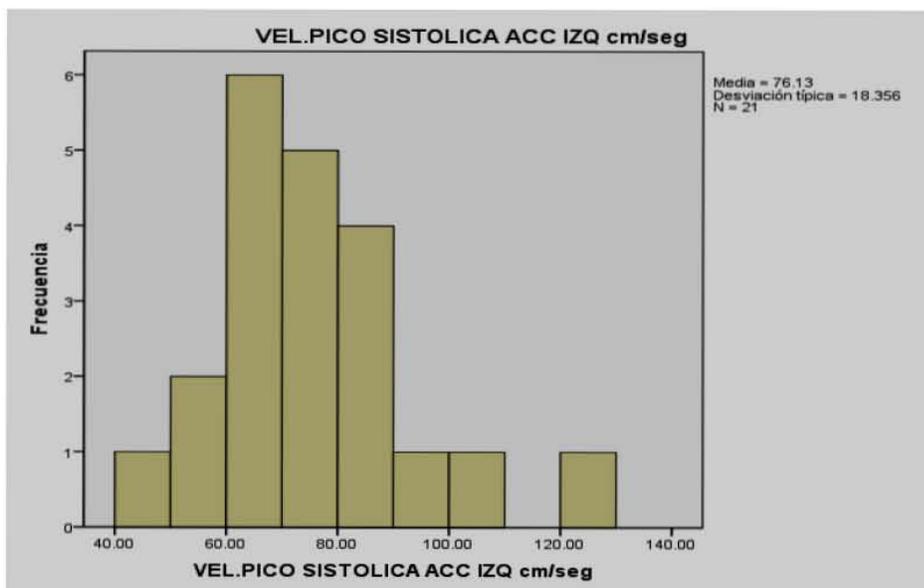
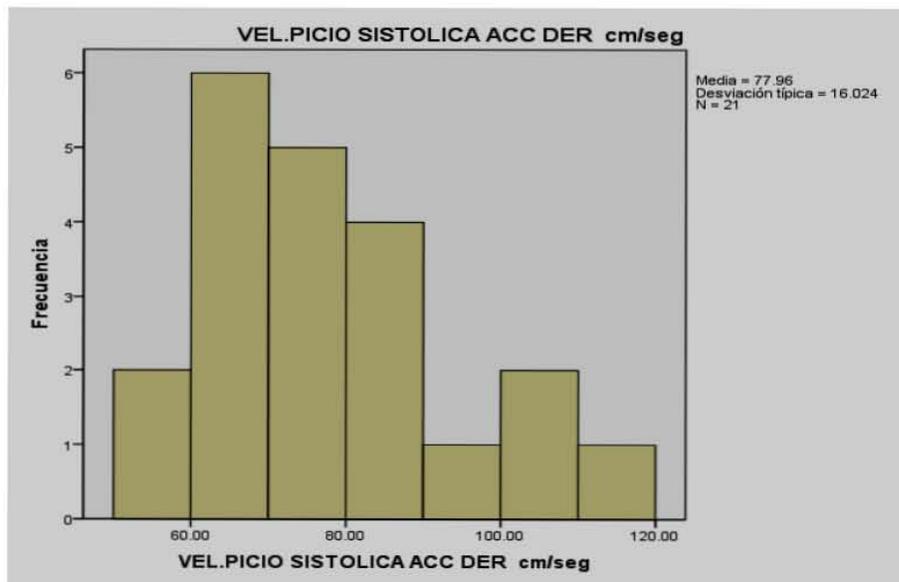
VELOCIDADES MINIMA Y MAXIMA OBSERVADAS EN POBLACION ESTUDIO DE 51 A 60 AÑOS DE EDAD, ASI COMO SU DESVIACION ESTANDAR. (21 PACIENTES)

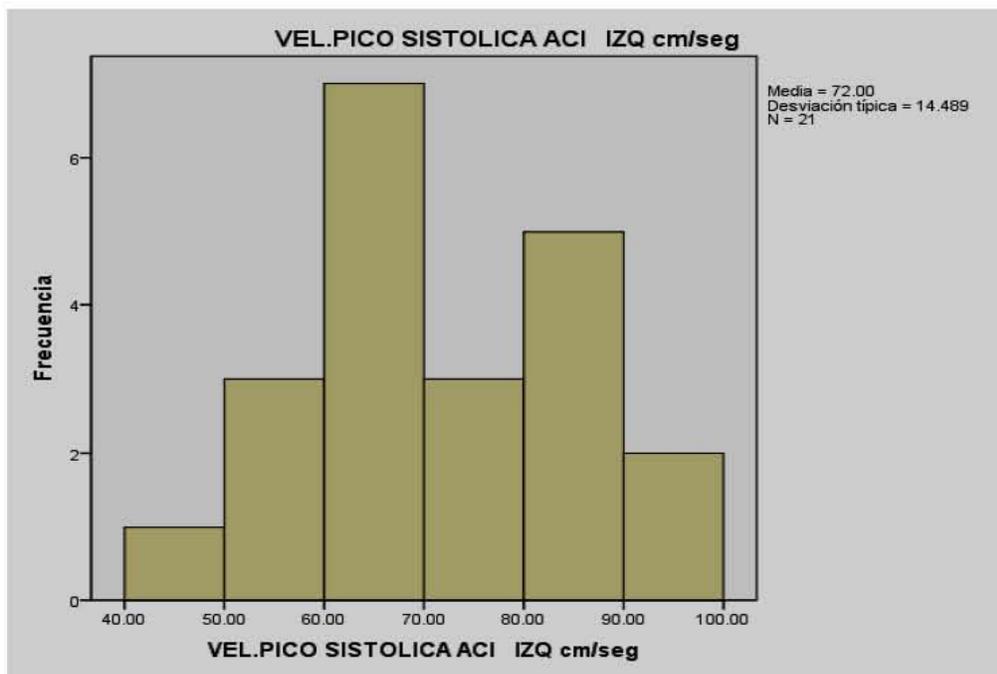
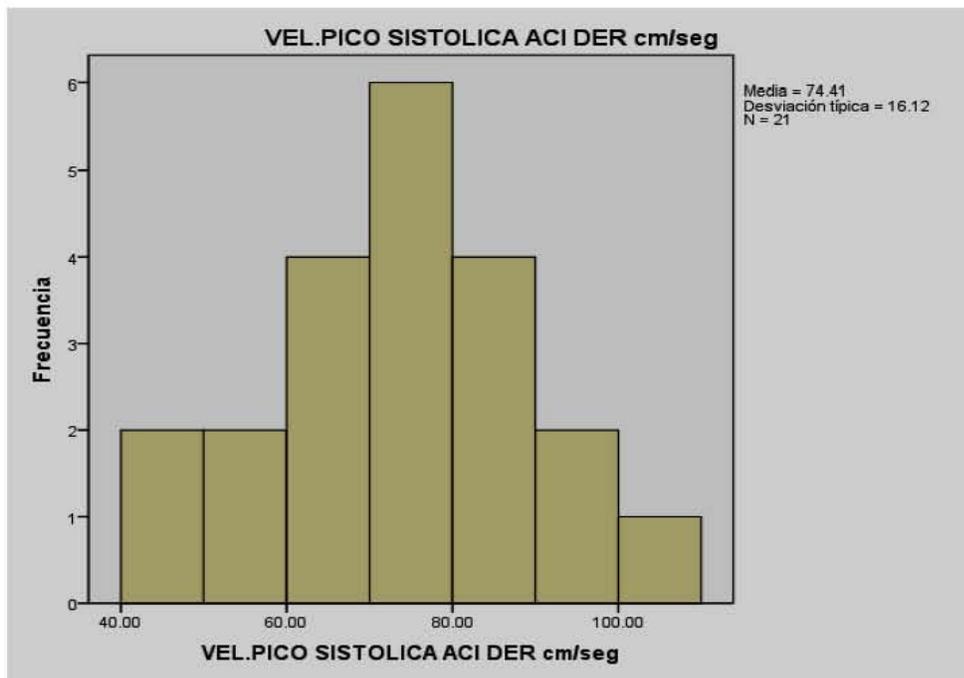
	VEL.PICIO SISTOLICA ACC DER cm/seg	VEL.PICO SISTOLICA ACC IZQ cm/seg	VEL.PICO SISTOLICA ACI DER cm/seg	VEL.PICO SISTOLICA ACI IZQ cm/seg	VEL.PICO SISTOLICA ACE DER cm/seg
<b>Desv. típ.</b>	16.02397	18.35593	16.12028	14.48855	23.25820
<b>Mínimo</b>	50.90	45.10	44.60	46.40	57.60
<b>Máximo</b>	113.00	121.00	104.00	97.40	133.00

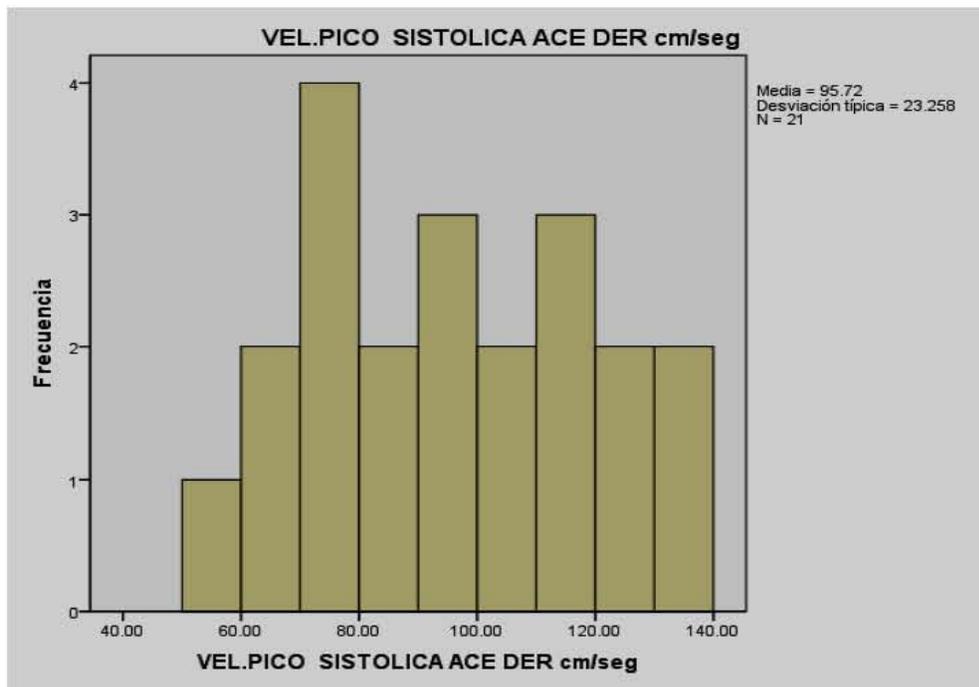
	VEL.PICO SISTOLICA ACE IZQ cm/seg	VEL. DIASTOLIC A FINAL ACC DER cm/seg	VEL. DIASTOLIC A FINAL ACC IZQ cm/seg	VEL. DIASTOLIC A FINAL ACI DER cm/seg	VEL. DIASTOLIC A FINAL ACI IZQ cm/seg
<b>Desv. típ.</b>	24.90064	4.77510	6.01954	9.28054	6.95155
<b>Mínimo</b>	42.40	15.90	15.30	14.40	12.80
<b>Máximo</b>	148.00	34.60	38.70	48.80	39.00

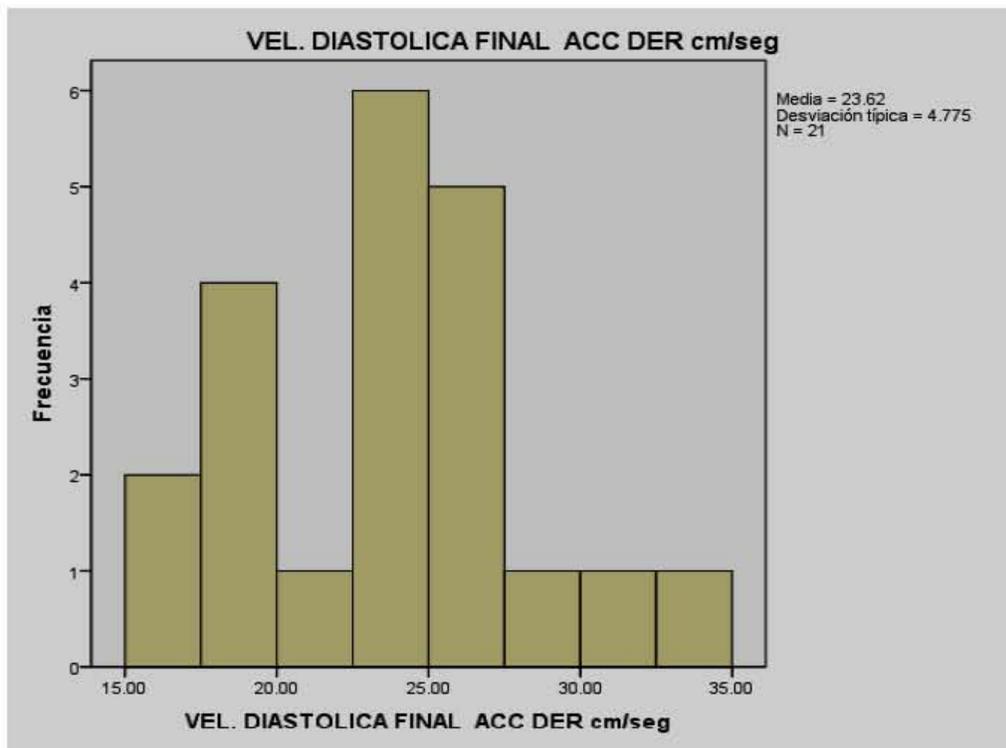
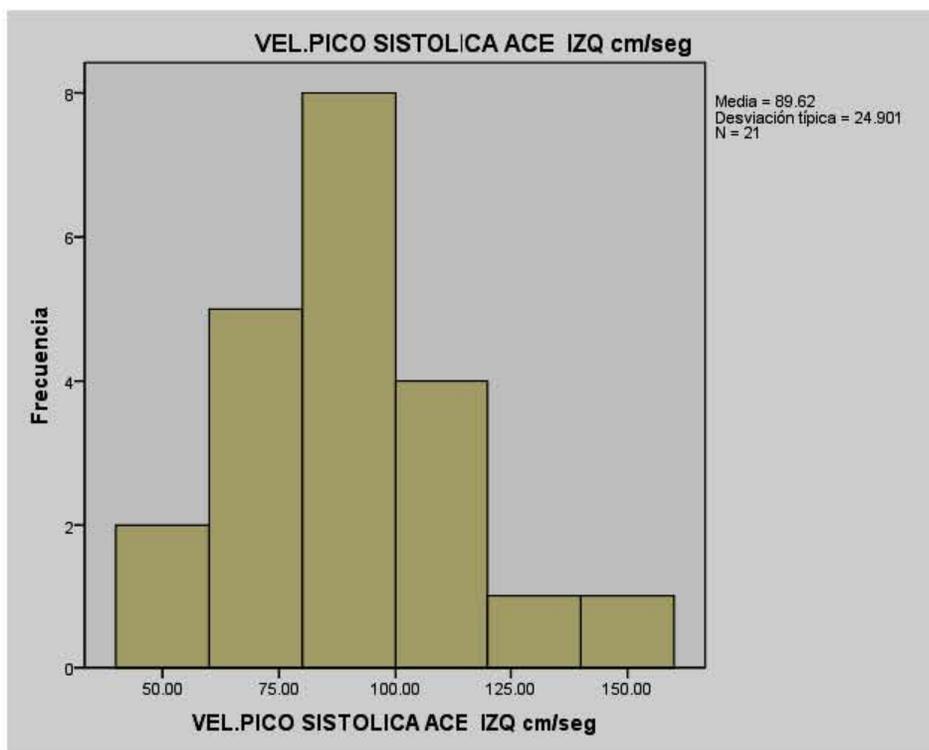
	VEL. DIASTOLIC A FINAL ACE DER cm/seg	VEL. DIASTOLIC A FINAL ACE IZQ cm/seg
<b>Desv. típ.</b>	4.82022	4.92967
<b>Mínimo</b>	13.00	8.70
<b>Máximo</b>	30.30	29.90

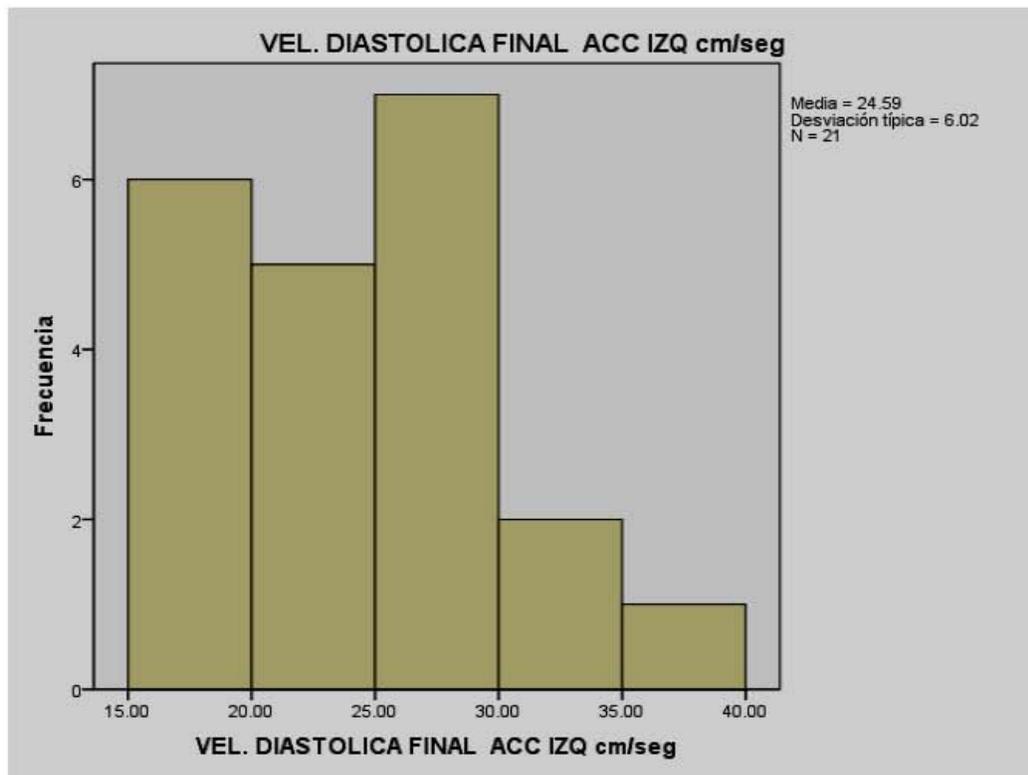
## HISTOGRAMA DE VELOCIDADES EN POBLACION ESTUDIO DE 31 A 40 AÑOS DE EDAD.

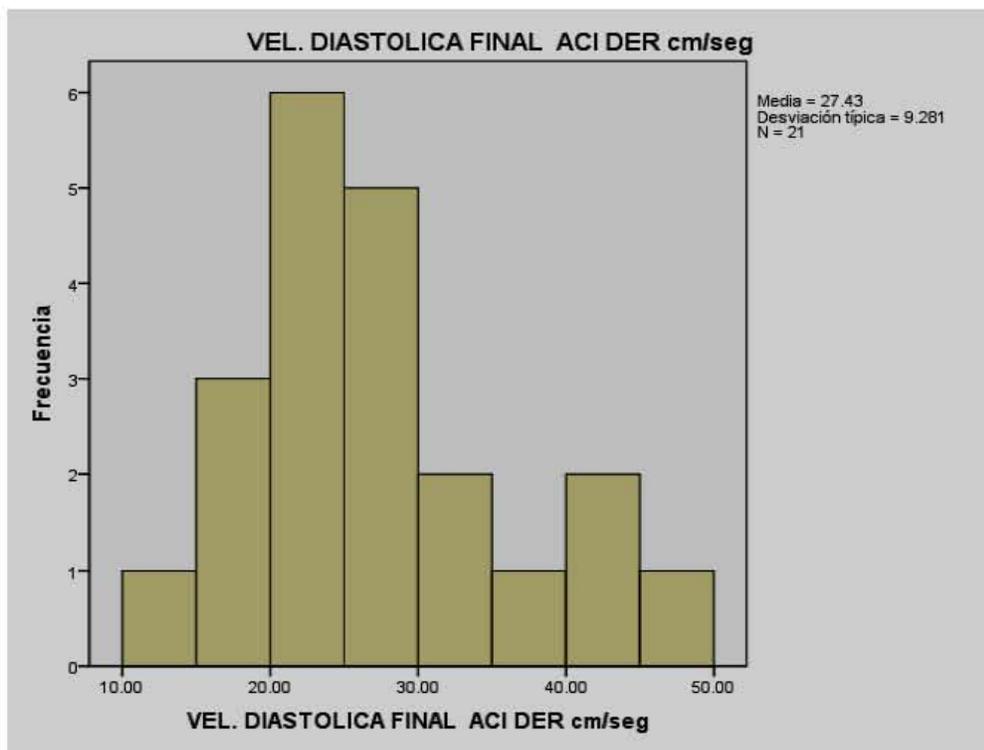


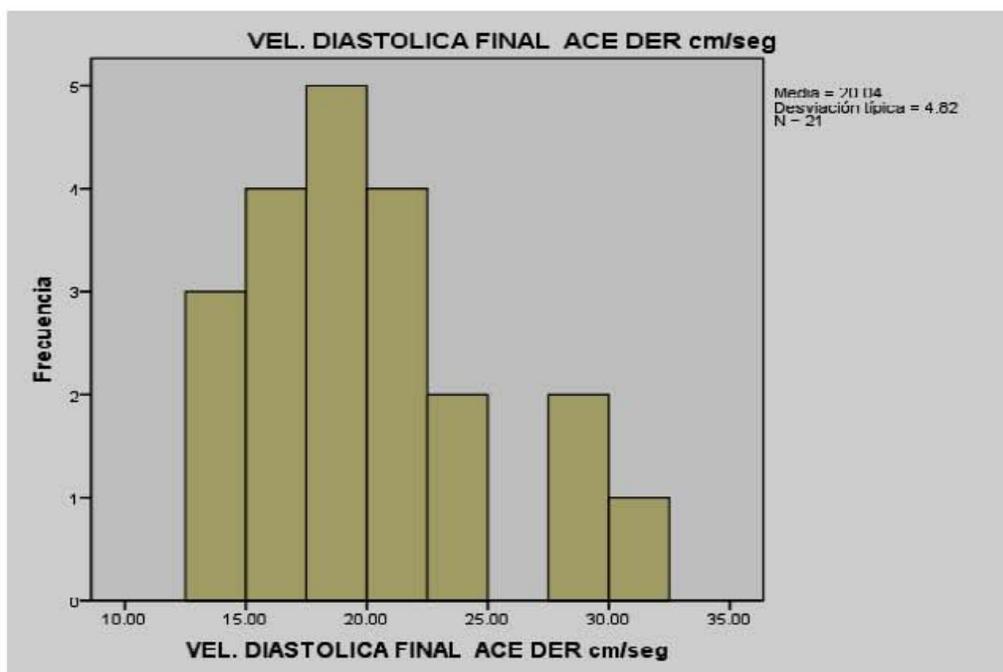
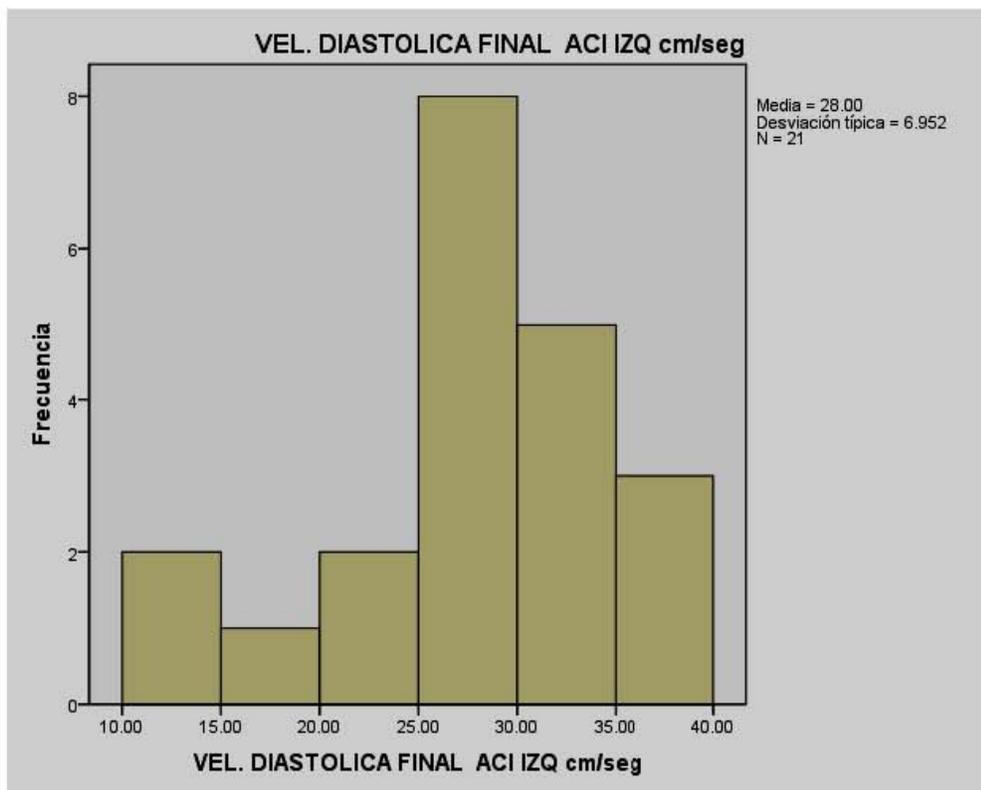


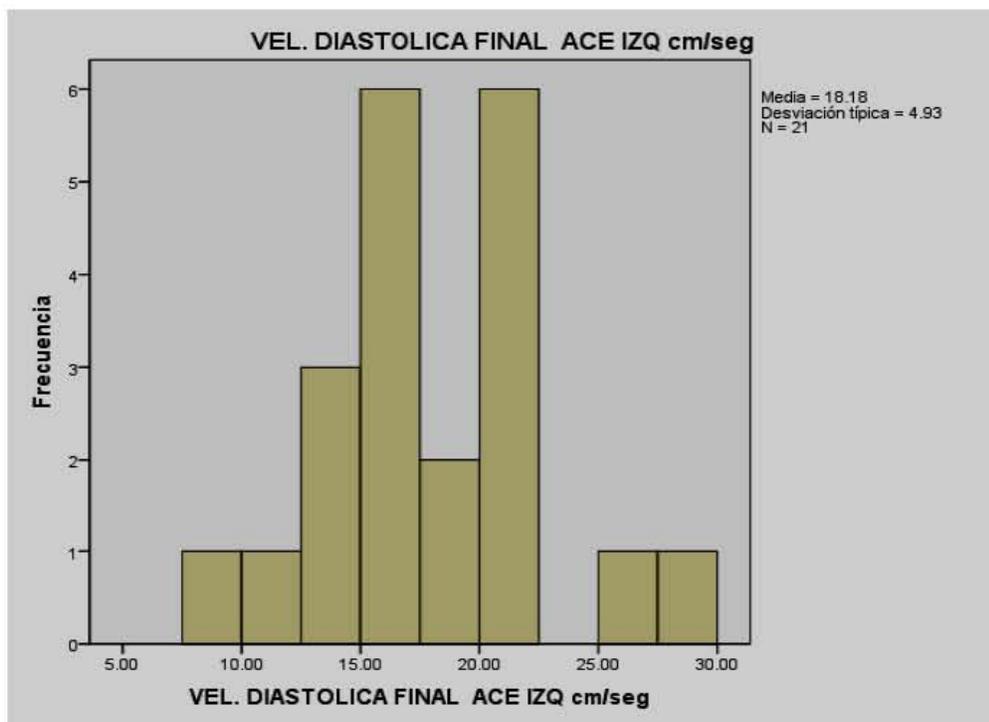












**BIBLIOGRAFIA:**

- 1.- Dr. Héctor Pereira Recio, Archivo Médico de Camagüey, estado actual del ultrasonido doppler carotideo, 2007: 11(4) ISSN 1025-0255.
- 2.- Gaitini D, Soudack M. Diagnosing carotid stenosis using Doppler sonography. State of the art. J Ultrasound Med. 2005; 24:1127-36.
- 3.-Scoutt LM, Lin FL, Kliewer M.Waveform Analysis of the Carotid Arteries. Ultrasound Clin 2006; 1:133-59.
- 4.- Grant EG, Duerinckx AJ, El Saden SM, et al. Ability to use duplex US to quantify internal carotid arterial stenoses: fact or fiction. Radiology 2000; 214:247-52.
- 5.- Edward I. Bluth, Steven M. Wetzner, A. Thomas Stavros, David Aufrichtig, Kenneth W. Marich, Carotid duplex sonography:A multicenter Recommendation for standardized imaging and Doppler criteria, Radio Graphics 2008 Volumen 8, Number.
- 6.- Vivian S. Lee, MD, PhD, Barbara S. Hertzberg, MD, Mark A. Kliewer, MD and Barbara A. Carroll, MD, Assessment of Stenosis: Implications of Variability of Doppler Measurements in Normal-appearing Carotid Arteries, Radiology, 212, 493-498, 1999
- 7.- Michael L. Robinson, David Sacks, Gordon S. Perl mutter, David L. Marinelli, for Carotid Duplex Sonography, Roentgen Ray Society, *AJR* 151:1045-1049, 1988
- 8.- Hamid R. Tahmasebpour, Anne R. Buckley, Peter L. Cooperberg, Cathy H. Fix, Sonographic Examination of the Carotid Arteries, Radio Graphics 2005; 25:1561–1575
- 9.- Gasser M. Hathout, James R. Fink, Suzie M. El-Saden, and Edward G. Grant, Sonographic NASCET Index: A New Doppler Parameter for Assessment of Internal Carotid Artery Stenosis, *AJNR Am J Neuroradiol* 26:68–75, January 2005.
- 10.- E. Brooke Spencer, Douglas H. Sheafor, Barbara S. Hertzberg, et al; Nonstenotic Internal Carotid Arteries: Effects of Age and Blood Pressure at the Time of Scanning on Doppler US Velocity Measurements, Radiology 2001; 220:174–178.
- 11.- Arthur C.Guyton, M.D. John E. Hall, Ph.D; Tratado de Fisiología Médica, Madrid España, decimotercera edición 2007, Elsevier Saunders.
- 12.- Paul L. Allan, Paul A. Dubbins, Myron A. Pozniac, W.Norman McDicken, Ecografía Doppler clínica, Segunda Edición, 2008, Madrid España, 2008, pág. 41-71.
- 13.- Hamid R. Tahmasebpour, Anne R. Buckley, Peter L. Cooperberg, Cathy H. Fix, Sonographic Examination of the Carotid Arteries, Radio Graphics 2005; 25:1561–1575.