

FIN DE CURSO

Estante - C12B2

Carpeta n.º

1+10

Trabajo n.º

22

3A

10

T. NP-341A41. EG

Título: Estudio de un combate individual entre dos Acorazados

MEMORIA DE TACTICA.

CURSO 1925 - 1926

CAPITAN DE CORBETA: DON FERNANDO BASTARRECHE.

Estudio del desarrollo de un combate entre un Acorazado tipo "California" en el que las cuatro torres triples se sustituyen por otras tantas dobles con piezas de 15 pulgadas y la velocidad máxima se supone de 20 millas y otro Acorazado tipo "Hiuga" con velocidad máxima de 25 millas. Los dos buques se avistan en el límite del horizonte y ambos desean el encuentro.

A la hora de haber empezado el fuego recibe el "California" un refuerzo de 4 contratorpederos de 35 millas de velocidad.

Suponiendo a ambos buques una altura de observación de 20 metros, se avistarán a una distancia de 35.000 metros; se supone también que el Sol tenga poca altura y que su vertical sea perpendicular a la línea que une los dos buques al avistarse, con lo que ambos estarán en igualdad de condiciones de visibilidad.

Las características principales de los buques son las siguientes.

"Hiuga".- Eslora - 195 metros; Manga - 28'6 ms.; Artillería - 12 cañones de 356 m/m.; 20 cañones de 152 m/m.; 4 id. de 76 m/m. Los cañones de 356 m/m. tiran todos por la banda hasta los 30° de la línea longitudinal. En caza y retirada no pueden disparar más que 4 cañones. Ocho cañones de 152 m/m. tiran por cada amura; 10 id. por el través y 4 id. por la aleta.

Protección: Costado 305 m/m. a 203 m/m.; extremos 127 m/m. a 76 m/m.; Cubiertas 64 m/m. a 32 m/m. Torres 305 m/m. a 203 m/m. Batería 152 m/m. Torre de mando 305 m/m.

Torpedos- 6 tubos sumergidos.

Velocidad 25 millas.

"California".- Eslora 183 ms. Manga 29'6 ms. Artillería 8 cañones de 381 m/m., 12 id de 127 m/m., 8 id. de 76 m/m. Los cañones de 381 m/m. tiran todos por la banda hasta los 30° de la línea longitudinal. En caza y retirada no puede utilizar más que 4 cañones.- 4 id. de 127 m/m. tiran por cada amura, 6 por el través y 2 id. por la aleta.

Protección.- Costado 356 m/m.; extremo popa 203 m/m. Cubiertas 76 m/m. Chimeneas 381 m/m. a 229 m/m. Torres 305 m/m. a 229 m/m. Torre de mando 406 m/m.

Torpedos .- Dos tubos sumergidos.

Velocidad 20 millas.

A ambos buques se les ha supuesto una altura uniforme sobre la línea de flotación de 8 metros pues aunque las torres de la artillería y la de mando están a más altura, como el resto del buque es más bajo, se ha tomado ese promedio que parece bastante aceptable.

Por ser el "Hiuga" el buque más veloz será el que podrá imponer la distancia y condiciones del combate. Al avistar al "California", para acercarse a él sin ponerse en inferioridad respecto al Sol deberá hacer un rumbo tal que su componente en la dirección del vertical sea igual por lo menos a la máxima velocidad de su enemigo o sea que $\text{Cos } x = \frac{V_c}{V_H} = 0.8$, , $x = 37^\circ$ esto es que meterá caña para abrir 37° al Sol por la banda opuesta al California. Si éste se pone a cualquier rumbo distinto al del vertical del Sol, permitirá que el Hiuga se ponga en condiciones ventajosas de visibilidad; como esto no le conviene, pondrá la

proa al Sol con lo que la distancia entre los buques irá disminuyendo y la velocidad de acercamiento será igual a $12^{\circ}5 \text{ m. s } \times \text{sen } 37^{\circ} = 7^{\circ}5 \text{ m}$ y llegarán a estar a 20.000 m. al cabo de $2.000 \text{ s} = 33^{\circ}3 \text{ minutos}$.

La tabla de tiro que figura en la página 4 se ha tomado hasta 20.000 metros considerándola como distancia máxima de combate. Las penetraciones oblicuas se han hallado multiplicando las normales por $\cos \theta$.

El cálculo puede verse en la pag 19.

Para fijar la distancia de combate que más conviene al Hiuga, tendrá desde luego que ser tal que sus proyectiles perforen la coraza principal del California; en la tabla se encuentra que a 15.000 ms. perfora 374 m/m. por lo cual esta será la máxima distancia a la cual sus proyectiles pueden producir daños de consideración en las partes vitales de su enemigo. A esta distancia los cañones del California perforan 411 m/m. y como el Hiuga no tiene más que 305 m/m. de espesor de coraza principal tendrá que colocarse a esta distancia formando un ángulo θ tal que $\cos \frac{3}{2} \theta = 305/411 = 0,742$, $\theta = 28^{\circ}$. Como la zona de mínima ofensa artillera es de 30° a cada banda del plano diametral y el buque tiene que colocarse de modo que los proyectiles del California incidan con 28° , tomando además dos grados de margen para las guiñadas inevitables del buque en cada sentido, quedarán disponibles para ser utilizados en cada cuadrante del buque $90^{\circ} - (30^{\circ} + 28^{\circ} + 4^{\circ}) = 28^{\circ}$ es decir que podrá combatir en un sector de 28° de amplitud en cada cuadrante y de tal manera que perforando normalmente la coraza del California éste no pueda perforar la suya. Haciendo el mismo cálculo para las distintas distancias inferiores a 15.000 m se encuentra el siguiente cuadro.

Distancias metros	Cañones de 381 m/m. Proyectil 885K						Cañón de 356 m/m. Proyectil 708					
	Angulos de caída.	Veloc Reman- ente.	Z _A	Z _P	Penet Norm m/m.	Penet Oblic m/m.	Angulos de caída.	Veloc Reman m.s	Z _A	Z _P	Penet Norm m/m.	Penet Obl. m/m.
1.000	0-22	715	145	3	749	749	0-24	740	145	3	739	739
2.000	0-44	696	146	3	722	722	0-49	721	146	3	706	706
3.000	1-9	687	148	3	697	697	1-16	700	148	3	677	677
4.000	1-36	660	151	4	662	662	1-46	682	151	4	650	649
5.000	2-17	643	155	5	644	643	2-21	663	155	5	620	619
6.000	2-46	625	160	6	620	618	3-02	645	160	6	595	593
7.000	3-26	606	168	7	594	592	3-48	626	168	7	570	567
8.000	4-12	592	177	8	572	569	4-40	608	177	8	546	541
9.000	5-05	575	186	9	550	545	5-39	589	186	9	524	518
10.000	6-04	561	196	10	529	522	6-44	571	196	10	502	494
11.000	7-10	545	206	11	508	499	7-57	553	206	11	482	472
12.000	8-23	530	216	12	488	476	9-19	537	216	12	461	447
13.000	9-46	515	225	13	471	456	10-51	521	225	13	441	423
14.000	11-18	501	234	14	453	433	12-33	506	234	14	421	399
15.000	12-56	488	243	15	436	411	14-22	491	243	15	402	374
16.000	14-39	476	252	16	420	389	16-16	477	252	16	385	351
17.000	16-28	465	261	17	405	368	18-17	465	261	17	370	328
18.000	18-25	455	269	18	393	348	20-27	454	269	18	359	309
19.000	20-27	446	277	19	382	329	22-43	445	277	19	350	290
20.000	22-37	439	283	20	374	310	25-07	437	283	20	343	272

Distancias	Hinga		California	
	θ	Amplitud del sector útil	θ	Amplitud del sector útil
15.000	28°	28°	12°	44°
14.000	30°	26°	18°	38°
13.000	32°	24°	22°	34°
12.000	33°	23°	25°	31°
11.000	35°	21°	27°	29°
10.000	36°	20°	29°	27°

El cálculo en la pag 20

Como el sector útil de 20° es ya realmente pequeño, por debajo de los 10.000 ms. no le convendrá batirse, así es que las distancias a las que podrá batir con ventaja al California estarán comprendidas entre los 15.000 y los 19.000 ms. con las inclinaciones entre 28° y 36° y sectores útiles por cuadrante variables entre 28° y 20°.

Para elegir entre estas distancias cuales serán más convenientes, es preciso hacer una comparación entre las potencias ofensivas de ambos buques a las distintas distancias. Para ello se trazan las zonas del 10, 20, 30, 40 y 50 % a cada lado del centro de la rosa de tiro; las magnitudes de estas zonas se encuentran multiplicando las del 50 % en alcance y lateral por 0,38, 0,78, 1,25, 1,9 y 4,0 y de este modo se tendrán construída la zona del 100 %; en la pag. 21 se incluye el cálculo correspondiente. Los dos buques, para evitar que sus corazas puedan ser atravesadas tienen que inclinarse los ángulos θ correspondientes a cada distancia y buque y que figuran en el cuadro anterior; así es que situándolos en el centro de la rosa de tiro, dándoles la inclinación

correspondiente y calculando por la fórmula $h \cot w$, la zona batida tendremos, con sólo mirar el gráfico que se une al final el % de impactos recibido por cada buque a esas distancias pues cada rectángulo representa un 1 %. Con este resultado se ha calculado el tanto por andanada que reciben teniendo en cuenta que con esas inclinaciones el enemigo queda dentro de la zona de máxima ofensa artillera y que el Hiuga tiene 12 cañones de 356 m/m. y el California 8 de 381 m/m. Calculando la energía de cada proyectil al dar en el blanco por la fórmula $p/g \times 1/2 v^2$ y multiplicándola por el número de impactos, tendremos la energía de choque total de los blancos de la andanada, que independiente del efecto destructor de la carga de cada proyectil, es el efecto de martilleo de cada buque sobre el otro y así se han encontrado los resultados que se indican en la tabla de la pag. 7, calculando entre los 10 y los 15.000 ms. la zona batida del Hiuga para inclinaciones medias del sector de utilización de su artillería; los cálculos de todos estos elementos pueden verse en la pag. 22.

En ese cuadro se ve claramente la enorme ventaja para el Hiuga de batirse a la menor distancia; como con una distancia exacta es imposible batirse en buenas condiciones por la dificultad de conservarla, se elegirán las comprendidas entre los 10 y los 12.000 ms. en las cuales los efectos de la artillería del Hiuga son notablemente superiores a los de la artillería del California. Tenemos por lo tanto fijadas ya las condiciones favorables en que se batirá el Hiuga que son, a distancias comprendidas entre 10 y 12.000 ms. y con sectores de utilización de su artillería de los 32° a los 52° a partir de la proa y de la popa hacia las

Recibido por el Niuga

Recibido por el California

Distancias	Recibido por el Niuga				Recibido por el California								
	θ	% de blancos.	Por andanada.	Energía choque proyectil Tm.	Energía choque andanada. T.m.	θ	% de blancos.	Por andanada.	Energía choque proyectil Tm.	Energía choque andanada. T.m.			
10.000	42°	30,0	2,4	14.136	34.070	29°	27,0	3,24	11.765	38.119			
	90°	50,0	4,0								56.744		
11.000	47°	26,0	2,08	13.398	27.868	27°	23,3	2,8	11.035	30.898			
	90°	46,0	3,68								49.323		
12.000	46°	23,0	1,84	12.671	23.315	25°	20,3	2,44	10.406	25.391			
	90°	42,8	3,42								43.335		
13.000	32°	18,7	1,5	11.964	17.946	22°	17,8	2,14	9.795	20.961			
	45°	20,4	1,63		19.501					60°	23,3	2,8	27.426
	60°	24,0	1,92		22.971								
	90°	39,5	3,16		37.806								
14.000	30°	16,9	1,35	11.332	15.298	18°	15,8	1,89	9.239	17.461			
	45°	18,2	1,45		16.431					60°	21,1	2,53	23.375
	60°	22,0	1,76		19.944								
	90°	36,2	2,9		32.363								
15.000	23°	15,8	1,26	10.747	13.541	12°	13,9	1,67	8.699	14.527			
	44°	16,3	1,3		13.971					60°	19,0	2,28	19.834
	60°	20,1	1,61		17.302								
	90°	33,0	2,64		28.372								
16.000	37°	14,6	1,17	10.220	11.957	0°	11,9	1,43	8.211	11.742			
	60°	18,6	1,49		15.228					60°	17,6	2,11	17.328
	90°	30,5	2,44		24.937								
17.000	37°	13,3	1,06	9.753	10.338	0°	11,0	1,32	7.802	10.299			
	60°	16,5	1,32		12.874					60°	15,7	1,89	14.746
	90°	27,0	2,16		21.066								
18.000	37°	12,1	0,97	9.338	9.058	0°	10,3	1,24	7.438	9.223			
	60°	16,0	1,28		11.953					60°	15,3	1,83	13.612
	90°	23,7	1,9		17.742								
19.000	37°	11,3	0,80	8.972	8.075	0°	9,6	1,15	7.146	8.218			
	60°	14,9	1,19		10.677					60°	14,4	1,72	12.291
	90°	21,7	1,74		15.611								
20.000	37°	10,5	0,84	8.693	7.302	0°	8,8	1,06	6.891	7.300			
	60°	13,6	1,09		9.475					60°	13,2	1,58	10.888
	90°	19,2	1,54		13.387								

dos bandas, pudiendo a los 12.000 ms. ampliar estos sectores hasta los 55°: su velocidad podrá también variarse entre 20 y 25 millas con lo que siempre podrá conservar la iniciativa y superioridad ^{ma} maniobrera sobre el California.

El California puede hacer varias maniobras; conservar su rumbo en el vertical del Sol para no permitir al Hiuga que se coloque ventajosamente en relación a él, en cuyo caso las distancias continuarán disminuyendo a razón de 7,5 m. por s y al cabo de 17,8 minutos habrán llegado a los 12.000 ms., distancia a la cual la superioridad del Hiuga es muy grande; puede también caer a la banda para marcar a éste en el límite del sector de máxima ofensa en retirada, con lo que teniendo el Hiuga que emprender la caza, las distancias disminuirán mucho más lentamente, pero en cambio éste alcanzará más pronto una posición favorable respecto al Sol, aunque ésta no es muy preciso tenerla en cuenta porque presentándose ambos buques los costados de nombre distinto, la rotación de la línea que los une es muy lenta.

En el cuadro de la pág. 7 se puede ver la energía recibida por cada andanada del contrario a distintas distancias y bajo diferentes ángulos de inclinación respecto a la línea de tiro. Se ve en él que al estar a los 20.000 ms. de distancia, mete el California a la banda presentando combate en retirada en el límite de su sector de máxima ofensa, esto es con $\theta = 60^\circ$, el Hiuga puede optar entre ponerle la proa para disminuir rápidamente la distancia o sea presentar un $\theta = 90^\circ$, en cuyo caso se encuentra éste según se ve en el cuadro en inferioridad manifiesta respecto al California y además su efecto artillero sería

la 3ª parte del que señala la tabla porque no podrá hacer fuego más que con los 4 cañones de proa; puede también presentar un $\theta = 60^\circ$ en cuyo caso puede utilizar toda su artillería y se ve que la inferioridad del California es considerable desde los 20.000 ms. Puede también ponerle la popa al Hiuga, pero dada la gran diferencia de velocidades podría éste emprender la caza en su límite del sector de máxima ofensa, pues la componente de su velocidad en dirección del rumbo del California será igual a $25 X \cos 30^\circ$ que es superior a las 20 millas de velocidad del California.

Si éste conserva su rumbo en dirección al Sol la ventaja artillera es insignificante por ambas partes, hasta los 19.000 ms. tiene una pequeña ventaja el Hiuga, de 19 a 18.000 ms. ésta es a favor del California empezando a ser francamente a favor del Hiuga a partir de los 15.000 ms, ninguno de los dos se colocará en posición ventajosa respecto al Sol.

Si el California maniobra a combatir en retirada con un $\theta = 60^\circ$, el Hiuga hará la misma maniobra y desde el principio tendrá ventaja manifiesta a los 20.000 ms. será de 1.400 T. m. que aumenta constantemente llegando a ser de 2.500 T.m. a los 13.000 ms. y además el Hiuga alcanzará posición favorable respecto al Sol, la única ventaja será que la distancia disminuirá lentamente pero como la superioridad del Hiuga es abrumadora desde el principio, queda esta ventaja anulada.

Si pone su popa al Hiuga, ya se ha visto su inferioridad aumentada por no poder disponer más que de los 4 cañones de popa mientras que su enemigo puede batirlo con toda su artillería, por lo que resulta esta última la más desventajosa de todas las maniobras.

No le queda pues más solución que seguir con rumbo al vertical del Sol mientras pueda y presentarse al Hiuga con el mínimo θ para que su coraza no sea perforada. El tubo lanzatorpedos que tiene en cada amura lo podrá utilizar dándole al torpedo el ángulo táctico, pero siendo un solo torpedo el que podrá lanzar de cada vez, la probabilidad es muy escasa a las distancias de combate; estas probabilidades se pueden ver en la pag. 13 .

Fijadas ya las condiciones en que cada buque se batirá, el combate se desarrollará del siguiente modo cuyo gráfico puede verse al final. En éste se empieza a los 20.000 ms. pues la aproximación fuera del alcance artillero no tiene interés: Si a 0^h están a 20.000 ms. y la línea que une los buques es perpendicular al vertical del Sol, el Hiuga meterá a Er a marcarlo 37° abierto por Br mientras que el California lo conservará por su proa. En esta forma a las $0^h 11^m$ estarán los buques a 15.000 ms. y en este momento empieza a hacerse notar la superioridad artillera del Hiuga. El California tiene que meter 12° a Er para evitar la penetración, mientras que el Hiuga puede seguir a rumbo; en este momento empezará a girar la línea que los une. A las $0^h 14^m$ estarán a 14.000 ms. y el California tiene que meter más a Er para hacer su $\theta = 18^\circ$, el Hiuga continúa a rumbo y a las $0^h 17^m$ estarán a 13.000 ms., la línea de unión sigue inclinándose lentamente y el California tiene que caer de nuevo a Er, el Hiuga sigue a rumbo y a las $0^h 22^m$ están a 12.000 ms. distancia límite fijada por el Hiuga para combatir; la superioridad de éste es de 2.000 Tm por andanada. Desde este momento empieza este buque a maniobrar también; como su θ necesario a 1.000 ms. es de 36° , se le ha dado un margen de 2° por error de rumbo y otros 2°

por lo que gira la línea de unión de los buques al pasar de una distancia a otra, así es que a las $0^h 22^m$ cae a Er para hacer su $\theta = 40^\circ$; el California tiene también que aumentar el suyo y a las $0^h 26^m$ están a 11.000 ms., nuevo cambio de rumbo por ambas partes continuando la aproximación hasta las $0^h 31^m$ que llega a los 16.000 ms. límite mínimo elegido por el Hiuga para batirse; en este punto para aumentar la distancia, tendrá que presentar una aleta al California, si le presenta la del mismo nombre, la línea que los une girará rápidamente en sentido desfavorable para él, por lo tanto meterá a Br a presentarle un $\theta = 40^\circ$ por la aleta Er, con esto la distancia aumentará rápidamente y a las $0^h 34^m$ será de 12.000 ms. límite máximo elegido por el Hiuga, así es que en este momento meterá a Er a presentar su $\theta = 40^\circ$ por la mura de Er; con esto empezará de nuevo la aproximación y volverán a repetirse las maniobras como se ve en el gráfico pero siempre girando la línea de unión de los buques en sentido favorable al Hiuga lentamente pues a la 1^h habrá girado sólo 15° desde las $0^h 11^m$ momento en que realmente empezó a girar o sea en 49^m . Si el combate continuase entre los dos buques solamente, una vez el Hiuga en una posición francamente favorable respecto al Sol, disminuirá su velocidad convenientemente para conservarla sin tener que hacer grandes cambios de rumbos que además de perturbar el tiro obligan a pasar por posiciones desventajosas, sea por tener que pasar al enemigo por el sector de mínima ofensa y de máxima zona batida a esas distancias o sea por presentarle el través en la evolución con peligro de ver perforada la coraza, así es que este combate llegaría a ser en líneas paralelas presentando el Hiuga un θ conveniente; esta posición

será inestable también pues el California que puede presentar un Θ menor sin peligro, lo hará y obligará al Hiuga a aumentar su velocidad otra vez y volver a maniobrar para mantener su posición ventajosa. Esta última maniobra no se ha desarrollado en el gráfico por suponerse que a la hora de romper el fuego es decir a la 1^h llega un refuerzo americano de 4 destroyers y como es natural esto varía por completo las condiciones del combate. El California habrá podido lanzar torpedos sobre el Hiuga en los puntos que se han señalado en el gráfico, pues el recorrido sería de 9.000 ms. en los que tarda 555^s y como el Hiuga en la corrida de aproximación invierte 600^s teóricamente puede haber impacto pero en la práctica un solo torpedo con un 10 % de probabilidades y teniendo que aprovechar hasta el último segundo, pues en el gráfico las viradas son en un punto e instantáneas pero en la realidad no sucede así, es completamente seguro que el disparo sería ineficaz por lo cual no se ha alterado la maniobra del Hiuga.

Hasta este momento cualquier maniobra que intentase el California lo pondría en peores condiciones, su única ventaja que es presentar un Θ más pequeño que su enemigo y por lo tanto una zona batida menor, la perdería si intentase el combate en caza o retirada con un Θ mayor que el que necesita deparar el Hiuga, pues la anterior ventaja la perdería al ponerse en igualdad de condiciones; su única aspiración es batirse entre 16 y los 20.000 m a cuya distancia su potencia artillera es aproximadamente igual en energía de choque por andanada a la del Hiuga y los efectos explosivos de sus proyectiles serán indudablemente mayores por la diferencia de calibre, pero esto no puede conseguirlo por su débil velocidad.

A la 1^h avista el California por su proa y a 20.000 ms. 4 destroyers Americanos que vienen en su ayuda. Estos destroyers tienen 94,5m de eslora, 9,1 ms. de manga y se les supone una altura uniforme sobre la línea de flotación de 3ms. Llevan cada uno 12 tubos lanzatorpedos y su velocidad es de 35 millas.

En las páginas 23, 24 y 25 se han calculado por las fórmulas que en ellas se citan, y para los distintos recorridos del torpedo, cuyo alcance máximo es de 12.000 ms., los tiempos invertidos en recorrer la trayectoria las velocidades correspondientes, los errores por falsa apreciación de Rumbo y Velocidad del enemigo, suponiendo ésta en 5° a cada banda del Rumbo verdadero y una milla por exceso y otra por defecto, así como los errores medio y probable, las zonas del 50% y el número de torpedos necesario para tener una probabilidad de 50% con incidencia normal que si bien parece excesiva no lo es tanto si se considera que no se ha tenido en cuenta ningún error propio de la arma.

En el cuadro siguiente pueden verse los resultados obtenidos.

Distancias	T s	V m.s	E_v m	E_m^r	E_m m	E_p m	Zona 50% m	Proba- bilidad %	Nº. t ped
12.000	354	14	427	875	974	323	1346	5,92	9
11.000	750	14,7	375	733	323	596	1392	7,01	8
10.000	650	15,4	325	608	691	584	1168	8,35	6
9.000	555	16,2	278	495	539	480	960	10,16	5
8.000	465	17,2	233	392	456	385	770	12,66	4
7.000	381	18,4	190	301	356	301	602	16,2	4
6.000	302	19,9	151	222	266	227	454	21,47	3
5.000	230	21,8	115	155	193	163	326	29,91	2
4.000	165	24,3	82	100	129	109	218	44,72	2
3.000	107	28,1	53	57	73	66	132	73,87	1
2.000	58	34,4	29	16	33	28	56	100	1
1.000	20,6	48,6	10	7	12	10	20	100	1

La misión de los destroyers puede ser muy distinta según el es-

tado en que se encuentren los dos acorazados, hora, etc. Si el California lleva la peor parte y tiene grandes averías, los destroyers deberán cubrir la retirada obligando al Hiuga con ataques sucesivos a maniobrar constantemente a los torpedos y por lo tanto a distancia^{vs} del California o cubriendo éste con cortina de humo; esta frecuencia e intensidad en los ataques de los destroyers dependerán de la hora y distancia al punto de refugio, pues si aquélla es avanzada y la noche está próxima, la labor de los destroyers se facilita grandemente. Por el contrario, si el Hiuga es el que ha llevado la peor parte, la acción de los destroyers se encaminará a impedir su huida para que el California continúe su obra de destrucción e ir disminuyendo las distancias de lanzamiento a medida que aumenten las averías del Hiuga, hasta hundirlo. Tomaremos por lo tanto un término medio considerando que a pesar de las averías recibidas ambos buques conservan íntegras sus cualidades militares y marineras, estando por lo tanto el Hiuga en condiciones ventajosas para decidir a su favor el combate entre los dos acorazados.

Es necesario para decidir la maniobra de los destroyers, ver el efecto de la artillería mediana del Hiuga a diferentes distancias; para esto se ha procedido en la misma forma que cuando se trató del combate entre los Acorazados, trazando la zona del 100 % dividida a partir del centro de la zona de tiro en las zonas del 10, 20, 30, 40 y 50%, se ha colocado el destroyer inclinado 45° y se han obtenido los resultados que en la siguiente página se mencionan.

Los cálculos pueden verse en la página 26 y al final se añade un gráfico con las zonas del 100 % y zonas batidas del destroyer a distintas distancias.

Distancias.	% Blancos.
12.000	9,5
11.000	10,5
10.000	11,1
9.000	14,4
8.000	17,7
7.000	22,3
6.000	28,7

Se ve que a los 12.000 ms. de distancia los efectos de la artillería de 152 m/m. son muy pequeños por lo cual se elegirá esa distancia como mínima para ir a ocupar posiciones de lanzamiento.

Suponiendo que el destroyer dispara el torpedo cuando 45° por la amura del Hiu^ga, se han calculado, la trayectoria recorrida por el torpedo, tiempo invertido, avance del Hiu^ga en el intervalo, ángulo de incidencia, longitud del blanco aparente y teniendo en cuenta las probabilidades de la tabla de la página 43 ^{abre} los n^o de torpedos necesarios para alcanzar un 50 % de blancos y se ha obtenido la siguiente tabla.

Distancias	Trayectoria recorrida. m.	V _p m. s	Tiempo s.	Avance del Hiu ^g a.	Angulo de incidencia.	Blanco aparente.	Probabilidad.	N ^o de torpedos.
11.000	8.000	17,2	465	6.000	104 ^o	189	12	5
10.000	7.300	17,2	419	5.400	104 ^o	189	12	5
9.000	6.700	18,4	364	4.500	106 ^o	187	15	4
8.000	5.900	19,9	297	3.800	108 ^o	185	20	3
7.000	5.300	19,9	266	3.400	108 ^o	185	20	3
6.000	4.500	21,8	206	2.600	113 ^o	181	28	2

En ella se advierte que a cualquiera de las distancias de la tabla, el número de torpedos necesario no es excesivo, teniendo en cuenta que son 48 torpedos los que llevan los 4 destroyers, claro es que mientras más se aproximen más seguro será el tiro, pero en cambio estarán más expuestos a quedar inutilizados por el fuego de la artillería

Fijadas por tanto las condiciones de ataque de los destroyers que son no acercarse a menos de 12.000 ms. hasta obtener una posición ventajosa para el lanzamiento y una vez en ésta caer sobre el Hiuga para que las distancias disminuyan lo más posible hasta llegar a menos de 10.000 ms.; el combate podrá continuar del siguiente modo que se ve en el gráfico unido al final.

El Hiuga, mientras no se alteren las condiciones del combate continuará efectuando su maniobra de batir al California entre los 10 y los 12.000ms. Los destroyers se dividen en dos grupos para ir a tomar posiciones de lanzamiento por ambas amuras del Hiuga y a la 1^h hacen los rumbos que se indican por líneas de puntos el grupo B y de rayas y puntos el grupo A, cuidando el que va a pasar por la proa de hacerlo a más de 12.000 ms. A la 1^h 10^m sin haber llegado los destroyers a sus posiciones, el Hiuga mete a Br. continuando su maniobra, para aumentar la distancia, que en ese momento es de 10.000 ms. y en consonancia los dos grupos de destroyers maniobran también. A la 1^h 13^m la distancia entre los Acorazados ha llegado a 12.000 ms., mete el Hiuga para acercarse y los grupos de destroyers varían también su rumbo. A la 1^h 15^m el grupo A está en posición de lanzamiento sin que el B haya podido aun llegar a ella. Para obligar a maniobrar al Hiuga y hacer que el California pueda batirlo en condiciones de superioridad lanza sus torpedos, que no se necesitará que sea el número que marca el cuadro, pues no se intenta hacer blanco, sino obligar a maniobrar al Hiuga. Este, de nuevo, se acerca al California y parece la...

visto el lanzamiento, en ponerle la proa al grupo A. batiéndolo con sus cañones de caza de 152 m/m., con los de caza de 356 m/m. continúa el combate con el California y el resto de su artillería de 152 m/m. y de 356 m/m. lo emplea en batir al grupo B. De este modo consigue disminuir la distancia al California, que en el momento del lanzamiento es de cerca de 12.000 ms. y emplear toda su artillería gruesa y gran parte de la mediana; su inferioridad respecto al California es manifiesta, pero puede destruir el grupo B y librarse de los torpedos de A sin que su coraza pueda ser perforada. Durante esta maniobra la artillería del Hiuga desarrolla sobre el California una energía de choque de unas 13.000 T.m. por andanada, ~~mientras~~ suponiendo una distancia media de 19.000 ms. será la tercera parte de lo que indica el cuadro de la página 7 ; mientras recibe del California 56.744 T.m. por andanada por ser su θ muy próximo a 90° . La diferencia es pues aplastante. Al cabo de 5^m cuando los torpedos del grupo A no puedan ser ya peligrosos para el Hiuga y por haber disminuido su distancia al California hasta 9.000 ms. mete a Br. para presentar su $\theta: 40^\circ$ y aumentar la distancia. El California habrá tenido que meter un poco a Br. para aumentar su θ y evitar la penetración a los 9.000 ms. El grupo B ante la intensidad del fuego del Hiuga, sobre todo de la artillería gruesa, habrá arrumbado a aumentar la distancia como se ve en el gráfico y el grupo A pondrá la popa al Hiuga para aumentar la distancia y que no pueda batirlo más que con los cañones de caza. Al meter el Hiuga para aumentar la distancia, los dos grupos meten también para volver a ocupar la posición de lanzamiento. A la

1^h 24^m vuelve a meter a Er. el Hiuga para conservarse entre los límites de distancia elegidos, cambia otra vez de rumbo los dos grupos y a las 1^h 27^m han llegado ambos a 10.000 ms. del Hiuga y por sus amuras es decir que los dos grupos están en posición ventajosa para el lanzamiento de torpedos y según el fuego que reciban continuarán o no para disminuir la distancia de lanzamiento; en el gráfico se ha puesto el lanzamiento a la 1^h 27^m y a 10.000 ms. de distancia para indicar que desde ese momento pueden efectuarlo. En esta posición la maniobra más prudente del Hiuga es invertir el rumbo para tratar de ponerse a salvo de los torpedos de los dos grupos, con lo que la distancia a California aumentará con ventaja para éste. No se ha continuado el combate, que sobre el papel podría ser indefinido, pues ya se han indicado las dos maniobras que pueden efectuar los destroyers para poner al enemigo en inferioridad de condiciones, y con las que éste podría contestar. Al trazar los rumbos de los destroyers se ha hecho la construcción del aberdaje al punto que querían alcanzar, bien por la proa y a 12.000 ms. del Hiuga o por la amura y a 10.000 ms. para alcanzar la posición de lanzamiento, aunque la construcción no se ha puesto en el gráfico para no hacer más confuso el trazado.

Cálculo de las penetraciones oblicuas.

$p = P \cos 3/2 w.$

Cañón de 381 m/m.

20.000 m 19.000 m 18.000 m 17.000 m 16.000 m 15.000 m 14.000 m

lg P = 2,57287...2,58206...2,59439...2,60746...2,62325... 2,63949...2,65610
 lg cos $3/2 w = \underline{9,91900...9,93457...9,94747...9,95833...9,96727... 9,97461...9,98071}$

lg P = 2,49187...2,51683...2,54186...2,56579...2,59052... 2,61410...2,63681
 p = 310... 329... 348... 368... 389... 411... 433

13.000 m 12.000 m 11.000 m 10.000 m 9.000 m 8.000 m 7.000 m

lg P = 2,67302...2,68842...2,70586...2,72346...2,74036...2,75740...2,77379
 lg cos $3/2 w = \underline{9,98565...9,98947...9,99231...9,99450...9,99615...9,99737...9,99824}$

lg p = 2,65867...2,67789...2,69817...2,71796...2,73651...2,75477...2,77203
 p = 456... 476... 499... 522... 545... 569... 592

6.000 m 5.000 m 4.000 m 3.000 m 2.000 m 1.000 m

lg P = 2,79239...2,80889...2,82413...2,84323...2,85854...2,87448
 lg cos $3/2 w = \underline{9,99886...9,99923...9,99962...9,99981...9,99992...9,99998}$

lg p = 2,79125...2,80812...2,82375...2,84304...2,85846...2,87448
 p = 618... 643... 666... 697... 722... 749

Cañón de 356 m/m.

20.000 m 19.000 m 18.000 m 17.000 m 16.000 m 15.000 m 14.000 m

lg P = 2,53529...2,54407...2,55509...2,56 820...2,58546...2,60423...2,624
 lg cos $3/2 w = \underline{9,89849...9,91823...9,93457...9,94826...9,95937...9,96853...9,976}$

lg p = 2,43378...2,46230...2,48966...2,51646...2,54483...2,57276...2,600
 p = 272... 290... 309... 328... 351 374... 39

13.000 m 12.000 m 11.000 m 10.000 m 9.000 m 8.000 m 7.000 m

lg P = 2,64444...2,66370...2,68305...2,70070...2,71933...2,73719...2,75 58
 lg cos $3/2 w = \underline{9,98226...9,98697...9,99054...9,99322...9,99524...9,99675...9,99785}$

lg p = 2,62670...2,65067...2,67359...2,69392...2,71457...2,73394...2,75372
 p = 423... 447... 472... 494... 518... 542... 567

6.000 m 5.000 m 4.000 m 3.000 m 2.000 m 1.000 m

lg P = 2,77452...2,79239...2,81291...2,83059...2,84880...2,86864
 lg cos $3/2 w = \underline{9,99863...9,99918...9,99954...9,99976...9,99980...9,99998}$

lg p = 2,77315...2,79157...2,81245...2,83035...2,84870...2,86862
 p = 593... 619... 649... 677... 706... 739

Cálculo de los ángulos de inclinación para el Hinga.

$\cos 3/2\theta = \frac{305}{P}$

	20.000 m	19.000 m	18.000 m	14.000 m	16.000	15.000
lg 305 p =	2,48450	2,48450	2,48450	2,48450	2,48450	2,48450
lg P =	2,49136	2,51720	2,54158	2,56703	2,58995	2,61384
lg cos 3/2θ =	9,99314	9,96730	9,94292	9,91747	9,89455	9,87066
3/2 θ =	109 ^o 2	22 ^o	28 ^o 7	34 ^o 2	38 ^o ,3	42 ^o
θ =	6,7	15	19	23	26	28
	14.000 m	13.000 m	12.000 m	11.000 m	10.000 m	
lg 305 =	2,48450	2,48450	2,48450	2,48450	2,48450	2,484
lg P =	2,63649	2,65896	2,67761	2,69810	2,71767	
lg 3/2 θ =	9,84801	9,82554	9,80689	9,78640	9,76683	
3/2 θ =	45 ^o	48 ^o	50 ^o	52 ^o ,3	54 ^o	
θ =	30	32	33	35	36	

Cálculo de los ángulos θ de inclinación para el California.

	15.000 m	14.000 m	13.000 m	12.000 m	11.000 m	10.000 m
lg 356 =	2,55145	2,55145	2,55145	2,55145	2,55145	2,55145
lg P =	2,57287	2,60097	2,62634	2,65031	2,67394	2,69373
lg cos 3/2θ =	9,97858	9,95048	9,92511	9,90114	9,87751	9,85772
3/2 θ =	18 ^o	27 ^o	33 ^o	37 ^o ,2	41 ^o ,0	44 ^o
θ =	12 ^o	18 ^o	22 ^o	25 ^o	27 ^o	29 ^o

Cálculo de h cotw h=8 m.

	Para el California	h cotw = 63m	Para el Hinga	h cotw = 75m
10.000 m..	cotw = 8,47		cotw = 9,409	
11.000 m..	" = 7,161	" = 57	" = 7,953	" = 64
12.000 ..	" = 6,0955	" = 49	" = 6,7856	" = 54
13.000 ..	" = 5,2174	" = 42	" = 5,8095	" = 46
14.000 ..	" = 4,5546	" = 36	" = 5,0045	" = 40
15.000 ..	" = 3,9042	" = 31	" = 4,3546	" = 35
16.000 ..	" = 3,4271	" = 27	" = 3,8254	" = 31
17.000 ..	" = 3,0267	" = 24	" = 3,3832	" = 27
18.000 ..	" = 2,6818	" = 21	" = 3,0032	" = 24
19.000 ..	" = 2,3886	" = 19	" = 2,6818	" = 21
20.000 ..	" = 2,1332	" = 17	" = 2,4004	" = 19

Cálculo de las zonas del 20, 40, 60, 80 y 100 %
Cañones de 381 m/m y 356 m/m.

	10.000 m.		11.000 m.		12.000 m.	
	$Z_A = 196 \text{ m.}$	$Z_p = 10 \text{ m.}$	$Z_A = 206 \text{ m.}$	$Z_p = 11 \text{ m.}$	$Z_A = 216 \text{ m.}$	$Z_p = 12 \text{ m.}$
Zona 20%	$196 \times 0,38 = 74 \text{ m}$	$10 \times 0,38 = 4 \text{ m}$	$206 \times 0,38 = 78 \text{ m}$	$11 \times 0,38 = 4 \text{ m}$	$216 \times 0,38 = 82 \text{ m}$	$12 \times 0,38 = 4 \text{ m}$
" 40%	$196 \times 0,78 = 153$	$10 \times 0,78 = 8$	$206 \times 0,78 = 161$	$11 \times 0,78 = 9$	$216 \times 0,78 = 168$	$12 \times 0,78 = 9$
" 60%	$196 \times 1,25 = 245$	$10 \times 1,25 = 12$	$206 \times 1,25 = 257$	$11 \times 1,25 = 14$	$216 \times 1,25 = 270$	$12 \times 1,25 = 15$
" 80%	$196 \times 1,9 = 372$	$10 \times 1,9 = 19$	$206 \times 1,9 = 391$	$11 \times 1,9 = 21$	$216 \times 1,9 = 410$	$12 \times 1,9 = 22$
" 100%	$196 \times 4 = 784$	$10 \times 4 = 40$	$206 \times 4 = 824$	$11 \times 4 = 44$	$216 \times 4 = 864$	$12 \times 4 = 48$

	13.000 m.		14.000 m.		15.000 m.	
	$Z_A = 225 \text{ m.}$	$Z_p = 13 \text{ m.}$	$Z_A = 234 \text{ m.}$	$Z_p = 14 \text{ m.}$	$Z_A = 243 \text{ m.}$	$Z_p = 15 \text{ m.}$
Zona 20%	$225 \times 0,38 = 86 \text{ m}$	$13 \times 0,38 = 5 \text{ m}$	$234 \times 0,38 = 89 \text{ m}$	$14 \times 0,38 = 5 \text{ m}$	$243 \times 0,38 = 92 \text{ m}$	$15 \times 0,38 = 6 \text{ m}$
" 40%	$225 \times 0,78 = 175$	$13 \times 0,78 = 10$	$234 \times 0,78 = 183$	$14 \times 0,78 = 11$	$243 \times 0,78 = 190$	$15 \times 0,78 = 12$
" 60%	$225 \times 1,25 = 281$	$13 \times 1,25 = 16$	$234 \times 1,25 = 292$	$14 \times 1,25 = 17$	$243 \times 1,25 = 304$	$15 \times 1,25 = 19$
" 80%	$225 \times 1,9 = 427$	$13 \times 1,9 = 25$	$234 \times 1,9 = 445$	$14 \times 1,9 = 27$	$243 \times 1,9 = 462$	$15 \times 1,9 = 28$
" 100%	$225 \times 4 = 900$	$13 \times 4 = 52$	$234 \times 4 = 936$	$14 \times 4 = 56$	$243 \times 4 = 972$	$15 \times 4 = 60$

	16.000 m.		17.000 m.		18.000 m.	
	$Z_A = 252 \text{ m.}$	$Z_p = 16 \text{ m.}$	$Z_A = 261 \text{ m.}$	$Z_p = 17 \text{ m.}$	$Z_A = 269 \text{ m.}$	$Z_p = 18 \text{ m.}$
Zona 20%	$252 \times 0,38 = 96 \text{ m}$	$16 \times 0,38 = 6 \text{ m}$	$261 \times 0,38 = 99 \text{ m}$	$17 \times 0,38 = 6 \text{ m}$	$269 \times 0,38 = 102$	$18 \times 0,38 = 7 \text{ m}$
" 40%	$252 \times 0,78 = 197$	$16 \times 0,78 = 12$	$261 \times 0,78 = 204$	$17 \times 0,78 = 13$	$269 \times 0,78 = 210$	$18 \times 0,78 = 14$
" 60%	$252 \times 1,25 = 315$	$16 \times 1,25 = 20$	$261 \times 1,25 = 326$	$17 \times 1,25 = 21$	$269 \times 1,25 = 336$	$18 \times 1,25 = 23$
" 80%	$252 \times 1,9 = 479$	$16 \times 1,9 = 30$	$261 \times 1,9 = 496$	$17 \times 1,9 = 32$	$269 \times 1,9 = 511$	$18 \times 1,9 = 34$
" 100%	$252 \times 4 = 1008$	$16 \times 4 = 64$	$261 \times 4 = 1044$	$17 \times 4 = 68$	$269 \times 4 = 1076$	$18 \times 4 = 72$

	19.000 m.		20.000 m.	
	$Z_A = 277 \text{ m.}$	$Z_p = 19 \text{ m.}$	$Z_A = 283 \text{ m.}$	$Z_p = 20 \text{ m.}$
Zona 20%	$277 \times 0,38 = 105 \text{ m}$	$19 \times 0,38 = 7 \text{ m}$	$283 \times 0,38 = 108 \text{ m}$	$20 \times 0,38 = 8 \text{ m}$
" 40%	$277 \times 0,78 = 216 \text{ m}$	$19 \times 0,78 = 15 \text{ m}$	$283 \times 0,78 = 221$	$20 \times 0,78 = 16$
" 60%	$277 \times 1,25 = 346$	$19 \times 1,25 = 24$	$283 \times 1,25 = 354$	$20 \times 1,25 = 25$
" 80%	$277 \times 1,9 = 526$	$19 \times 1,9 = 36$	$283 \times 1,9 = 538$	$20 \times 1,9 = 38$
" 100%	$277 \times 4 = 1108$	$19 \times 4 = 76$	$283 \times 4 = 1132$	$20 \times 4 = 80$

Cálculo de la energía de choque de un proyectil de 381 m/m.

$W = m \times 1/2 v^2.$

	20000 m	19.000 m	18.000 m	17.000 m	16.000 m	15.000 m
lg m	= 8,95527	8,95527	8,95527	8,95527	8,95527	8,95527
2 lg v	= 5,28492	5,29866	5,31602	5,33490	5,35522	5,37684
lg m v ²	= 4,24019	4,25393	4,27129	4,29017	4,31049	4,33211
m v ²	= 17386	17945	18676	19506	20440	21484
W	= 8693	8972	9338	9753	10220	10747

	14.000 m	13.000 m	12.000 m	11.000 m	10.000 m
lg m/z	= 8,65424	8,65424	8,65424	8,65424	8,65424
2 lg v	= 5,39968	5,42362	5,44856	5,47280	5,49792
lg W	= 4,05392	4,07786	4,10280	4,12704	4,15216
W	= 11332	11964	12671	13398	14196

Cálculo de la energía de choque de un proyectil de 356 m/m.

	20.000 m	19.000 m	18.000 m	17.000 m	16.000 m	15.000 m
lg m/z	= 8,55733	8,55733	8,55733	8,55733	8,55733	8,55733
2 lg v	= 5,28096	5,29672	5,31412	5,33490	5,35704	5,38216
lg W	= 3,83829	3,85405	3,87145	3,89223	3,91437	3,93949
W	= 6891	7146	7438	7802	8211	8699

	14.000 m	13.000 m	12.000 m	11.000 m	10.000 m
lg m/z	= 8,55733	8,55733	8,55733	8,55733	8,55733
2 lg v	= 5,40830	5,43368	5,45994	5,48546	5,51328
lg W	= 3,96563	3,99101	4,01727	4,04279	4,07061
W	= 9239	9795	10406	11035	11765

Cálculo de la duración de la trayectoria del torpedo.

$$t = 0,00065 e^{3/2} \quad 0,00065 = a.$$

	12.000 m	11.000 m	10.000 m	9.000 m	8.000 m	7.000 m
lg a =	6 ¹ ,81291	6 ¹ ,81291	6 ¹ ,81291	6 ¹ ,81291	6 ¹ ,81291	6 ¹ ,81291
3/2 lg c =	<u>6,11877</u>	<u>6,06208</u>	<u>6,00000</u>	<u>5,93136</u>	<u>5,85488</u>	<u>5,76765</u>
lg t =	2,93168	2,87499	2,81291	2,74427	2,66754	2,58056
t =	854 ^s	750 ^s	650 ^s	555 ^s	465 ^s	381 ^s
	6.000 m	5.000 m	4.000 m	3.000 m	2.000 m	1.000 m
lg a =	6 ¹ ,81291	6 ¹ ,81291	6 ¹ ,81291	6 ¹ ,81291	6 ¹ ,81291	6 ¹ ,81291
3/2 lg c =	<u>5,66722</u>	<u>5,54845</u>	<u>5,40309</u>	<u>5,21568</u>	<u>4,95154</u>	<u>4,50000</u>
lg t =	2,48013	2,36136	2,21600	2,02859	1,76445	1,31291
t =	302 ^s	230 ^s	165 ^s	107 ^s	58 ^s	20,6 ^s

Cálculo de la velocidad del torpedo.

$$v = e/t.$$

	12.000 m	11.000 m	10.000 m	9.000 m	8.000 m	7.000 m
lg e =	4,07918	4,04139	4,00000	3,95424	3,90309	3,84510
lg t =	<u>2,93168</u>	<u>2,87499</u>	<u>2,81291</u>	<u>2,74427</u>	<u>2,66754</u>	<u>2,58056</u>
lg v =	1,14750	1,16640	1,18709	1,20997	1,23555	1,26454
v =	14 m.s	14,7 m.s	15,4 m.s	16,2 m.s	17,2 m.s	18,4 m.s
	6.000 m	5.000 m	4.000 m	3.000 m	2.000 m	1.000 m
lg e =	3,77815	3,69897	3,60206	3,47712	3,30103	3,00000
lg t =	<u>2,48013</u>	<u>2,36136</u>	<u>2,21600</u>	<u>2,02859</u>	<u>1,76445</u>	<u>1,31291</u>
lg v =	1,29802	1,33761	1,38606	1,44853	1,53658	1,68709
v =	19,9 m.s	21,8 m.s	24,3 m.s	28,1 m.s	34,4 m.s	48,6 m.s

Cálculo de errores en la apreciación del rumbo del enemigo.

$$E_p = Vt (1/\cos e - 1 + V/v \operatorname{tg} e) \quad e = 5^\circ \quad V = 12,5 \text{ m.s}$$

$$\lg V = 1,09691$$

$$\lg \operatorname{tg} 5^\circ = 8,94195$$

$$\lg \operatorname{tg} 5^\circ = 0,03886$$

	12.000 m	11.000 m	10.000 m	9.000 m	8.000 m	7.000 m
$\lg V \operatorname{tg} 5^\circ$	$= 0,03886$	$= 0,03886$	$= 0,03886$	$= 0,03886$	$= 0,03886$	$= 0,03886$
$\lg V$	$= 1,14613$	$= 1,16732$	$= 1,18752$	$= 1,20952$	$= 1,23553$	$= 1,26482$
$\lg V/v \operatorname{tg} 5^\circ$	$= 8,89273$	$= 8,87154$	$= 8,85134$	$= 8,82943$	$= 8,80833$	$= 8,77404$
$V/v \operatorname{tg} 5^\circ$	$= 0,07813$	$= 0,07440$	$= 0,07101$	$= 0,06751$	$= 0,06358$	$= 0,05943$
$1/\cos 5^\circ - 1$	$= 0,00382$	$= 0,00382$	$= 0,00382$	$= 0,00382$	$= 0,00382$	$= 0,00382$
A	$= 0,08195$	$= 0,07822$	$= 0,07483$	$= 0,07133$	$= 0,06740$	$= 0,06325$
$\lg A$	$= 8,91355$	$= 8,89332$	$= 8,87408$	$= 8,85327$	$= 8,82866$	$= 8,80106$
$\lg V$	$= 1,09691$	$= 1,09691$	$= 1,09691$	$= 1,09691$	$= 1,09691$	$= 1,09691$
$\lg t$	$= 2,93168$	$= 2,87499$	$= 2,81291$	$= 2,74427$	$= 2,66754$	$= 2,58056$
$\lg E_p$	$= 2,94214$	$= 2,86522$	$= 2,78390$	$= 2,69445$	$= 2,59311$	$= 2,47853$
E_p	$= 875 \text{ m}$	$= 733 \text{ m}$	$= 608 \text{ m}$	$= 495 \text{ m}$	$= 392 \text{ m}$	$= 301 \text{ m}$

	6.000 m	5.000 m	4.000 m	3.000 m	2.000 m	1.000 m
$\lg V \operatorname{tg} 5^\circ$	$= 0,03886$	$= 0,03886$	$= 0,03886$	$= 0,03886$	$= 0,03886$	$= 0,03886$
$\lg v$	$= 1,29802$	$= 1,33761$	$= 1,38606$	$= 1,44853$	$= 1,53658$	$= 1,68709$
$\lg V/v \operatorname{tg} 5^\circ$	$= 8,74084$	$= 8,70125$	$= 8,65280$	$= 8,59033$	$= 8,50228$	$= 8,35177$
$V/v \operatorname{tg} 5^\circ$	$= 0,05506$	$= 0,05026$	$= 0,04496$	$= 0,03893$	$= 0,03179$	$= 0,02248$
$1/\cos 5^\circ - 1$	$= 0,00382$	$= 0,00382$	$= 0,00382$	$= 0,00382$	$= 0,00382$	$= 0,00382$
A	$= 0,05888$	$= 0,05408$	$= 0,04878$	$= 0,04275$	$= 0,03561$	$= 0,02630$
$\lg A$	$= 8,76997$	$= 8,73304$	$= 8,68824$	$= 8,63094$	$= 8,55157$	$= 8,41996$
$\lg V$	$= 1,09691$	$= 1,09691$	$= 1,09691$	$= 1,09691$	$= 1,09691$	$= 1,09691$
$\lg t$	$= 2,48913$	$= 2,36136$	$= 2,21600$	$= 2,02859$	$= 1,76445$	$= 1,31291$
$\lg E_p$	$= 2,34701$	$= 2,19131$	$= 2,00115$	$= 1,75644$	$= 1,21293$	$= 0,82978$
E_p	$= 222 \text{ m}$	$= 155 \text{ m}$	$= 100 \text{ m}$	$= 57 \text{ m}$	$= 16 \text{ m}$	$= 7 \text{ m}$

Cálculo del error en la apreciación de la velocidad del enemigo. $E_v = \text{ext. } e = 0,5$

	12.000 m	11.000 m	10.000 m	9.000 m	8.000 m	7.000 m
$\lg e$	$= 9,69897$	$= 9,69897$	$= 9,69897$	$= 9,69897$	$= 9,69897$	$= 9,69897$
$\lg t$	$= 2,93168$	$= 2,87499$	$= 2,81291$	$= 2,74427$	$= 2,66754$	$= 2,58056$
$\lg E_v$	$= 2,63065$	$= 2,57396$	$= 2,51188$	$= 2,44324$	$= 2,36652$	$= 2,27953$
E_v	$= 427 \text{ m}$	$= 375 \text{ m}$	$= 325 \text{ m}$	$= 278 \text{ m}$	$= 233 \text{ m}$	$= 190 \text{ m}$

	6.000 m	5.000 m	4.000 m	3.000 m	2.000 m	1.000 m
$\lg e$	$= 9,69897$	$= 9,69897$	$= 9,69897$	$= 9,69897$	$= 9,69897$	$= 9,69897$
$\lg t$	$= 2,48013$	$= 2,36136$	$= 2,21600$	$= 2,02859$	$= 1,76445$	$= 1,31291$
$\lg E_v$	$= 2,17910$	$= 2,06033$	$= 1,91497$	$= 1,72756$	$= 1,46342$	$= 1,01188$
E_v	$= 151 \text{ m}$	$= 115 \text{ m}$	$= 82 \text{ m}$	$= 53 \text{ m}$	$= 29 \text{ m}$	$= 10 \text{ m}$

Cálculo de los errores medio y probable.

$$E_m = \sqrt{E_v^2 + E_r^2} \quad \therefore \quad E_p = 0,845 E_m$$

	12.000 m	11.000 m	10.000 m	9.000 m	8.000 m	7.000 m
2 lg E_{V^2}	=5,26086...	5,14906...	5,02376...	4,88806...	4,73472...	4,55750
E_{V^2}	=182330	140620	103082	77282	54290	36099
2 lg E_{r^2}	=5,88402...	5,73020...	5,56780...	5,38922...	5,18658...	4,95714
E_{r^2}	=765630	537275	369660	245030	153670	90602
E^2	=947960	677395	477742	322312	207960	126701
1/2 lg($E_v^2 + E_r^2$)	=2,98839...	2,91558...	2,83946...	2,75414...	2,65899...	2,55139
E_m	= 974m..	823.m.	691.m..	568.m.	453.m..	356 m
Pg 0,845	=9,92686...	9,92686...	9,92686...	9,92686...	9,92686...	9,92686
lg E_p	=2,91525...	2,84244...	2,76332...	2,68100...	2,58585...	2,47625
E_p	= 823.m.	696.m.	584.m..	480.m.	385.m.	301 m
	6.000 m	5.000 m	4.000 m	3.000 m	2.000 m	1.000 m
lg E_{V^2}	=4,35796...	4,12140...	3,82762...	3,44856...	2,92480...	2,00000
E_{V^2}	=22802	13225	6724	2809	841	100
2 lg E_{r^2}	=4,69270...	4,38066...	4,00000...	3,51174...	2,90824...	1,69020
E_{r^2}	=49283	24025	10.000	3249	256	49
E^2	=72085	37250	16724	8058	1097	149
1/2 lg($E_v^2 + E_r^2$)	=2,42869...	2,28556...	2,11167...	1,89116...	1,52010...	1,08659
E_m	=266 m	193 m	129 m	78 m	32 m	12 m
lg 0,845	=9,92686...	9,92686...	9,92686...	9,92686...	9,92686...	9,92686
lg E_p	=2,35555...	2,21242...	2,03853...	1,81802...	1,44696...	1,01345
E_p	=227 m	163 m	109 m	66 m	28 m	10 m

Cálculo de la zona del 50 %, probabilidades y nº de torpedos.

	12.000 m	11.000 m	10.000 m	9.000 m	8.000 m	7.000 m
Zona 50 %	=1646 m	1392 m	1168 m	960 m	770 m	602 m
Probabilidad	=5,92	7,01	8,35	10,16	12,66	16,2
Nº de torpedos=9	8	8	6	5	4	4
	6.000 m	5.000 m	4.000 m	3.000 m	2.000 m	1.000 m
Zona 50 %	=454 m	326 m	218 m	132 m	56 m	20 m
Probabilidad	=21,47	29,91	44,72	73,87	100	100
Nº de torpedos=3	2	2	2	1	1	1