

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

**APROXIMACION AL METODO DE
EVALUACION DEL RIESGO DE
INCENDIO ESTRUCTURAL Y
GLOBAL DE LOS BUQUES**

Autor: Ricard Mari Sagarra

Director: José M^a Fornons

Barcelona, febrero 1991

C A P I T U L O 8

TRATAMIENTO ESTADISTICO

8 PROCEDIMIENTO DE ANALISIS

Se han utilizado el programa SPAD.N (Sistema Portable para el Análisis de Datos, Numérico) y el programa SPSS/PC+.

Los listados resultantes del tratamiento informático se encuentran recogidos en el ANEXO IV/1 para el SPAD.N y en el ANEXO IV/2 para el SPSS/PC+.

Para el análisis de los datos procedentes de la muestra mas completa⁴², se han utilizado diversos procedimientos, por los que independientemente, de cada uno de ellos se obtienen orientaciones que permitirán la justificación en la adopción de criterios para la determinación del riesgo de incendio, objeto de la tesis.

La necesidad de emplear distintos procedimientos de análisis no ha sido fundamentada solamente por la imposición y rigor que toda investigación precisa, sino también por las necesidades que surjían conforme se avanzaba en el desarrollo del análisis estadístico, al no proporcionar resultados suficientemente clarificadores para ser aceptados como definitivos.

El SPAD.N coge la matriz de los datos originales, los individuos que son los barcos y las variables que son las columnas, hace una serie de transformaciones a la matriz y busca los valores propios de esta, definiendo la estructura que tiene dicha matriz en el espacio de "n" dimensiones. Proporciona la orientación, disposición, forma (alargados, efecto Gutman, etc), alguna ordenación, hasta encontrar los valores propios, indicando los ejes principales que reúnen las variables.

Los ejes proporcionan el significado semántico de la estructura oculta de las variables, por cuanto determina la relación existente entre ellos.

⁴² Lloyd's Shipping Information Service, 1990.

8.1 Primer análisis con el programa SPAD.N

8.1.1 Análisis de correspondencia.

Se buscó la relación entre las características definitorias del buque (activas) representadas por los datos que son propios del buque en cualquier situación, incluso sin el acaecimiento del siniestro, y los datos conocidos aportados por el siniestro una vez sucedido (ilustrativas).

A partir de una primera evaluación obtenida inicialmente en forma de histograma (fig. 8.1), se detectan gráficamente cuales son los ejes mas importantes, en el bien entendido que no es un histograma de variables sino de los resultados procedentes del análisis. En este caso, el primer eje destaca por ser mas significativo respecto a los otros que se muestran menos acentuados, con un porcentaje de variancia que explica el eje respecto a la nube de datos proporcionados.

Si bien los ejes que definen los planos o espacios de "n" dimensiones, puede ser cualquier número de ellos, normalmente cuando existe una marcada diferenciación entre sus valores, el análisis se reduce al primer y segundo eje, y en todo caso, continuar con otros ejes si se observaran aspectos significativos. En este caso, se consideraron los 6 primeros, seleccionados bajo criterios subjetivos, por los valores de porcentaje respecto al resto.

A partir de los ejes, la contribución que las variables activas muestran en cada uno de ellos, contempladas bajo el aspecto global, puede obtenerse por el análisis del valor total de cada variable por eje (tratamiento horizontal), o mejor centrar el estudio en las variables significativas que aparezcan en los ejes considerados importantes (tratamiento vertical).

HISTOGRAMME DES 27 PREMIERES VALEURS PROPRES

NUMERO	VALEUR PROPRE	POURCENT.	POURCENT. CUMULE
1	0.2493	7.59	7.59
2	0.1976	5.85	13.24
3	0.1814	5.38	18.62
4	0.1728	5.12	23.74
5	0.1621	4.80	28.54
6	0.1603	4.75	33.29
7	0.1485	4.40	37.69
8	0.1449	4.29	41.99
9	0.1397	4.14	46.13
10	0.1381	4.09	50.22
11	0.1342	3.98	54.19
12	0.1320	3.91	58.11
13	0.1274	3.77	61.88
14	0.1220	3.62	65.50
15	0.1196	3.54	69.04
16	0.1131	3.35	72.39
17	0.1121	3.33	75.71
18	0.1096	3.25	78.96
19	0.1045	3.10	82.05
20	0.0979	2.90	84.95
21	0.0917	2.72	87.67
22	0.0850	2.55	90.22
23	0.0826	2.45	92.67
24	0.0751	2.22	94.89
25	0.0662	1.96	96.85
26	0.0606	1.79	98.65
27	0.0456	1.35	100.00

Fig. 8.1

Considerados como mas importantes los ejes 1 y 2:

En el eje 1, lo mas significativo, son las variables buque, tonelaje y tipo de propulsor.

En el eje 2, tienen un mayor peso las variables buque, sevimar y tonelaje.

Dichas variables activas se encuentran por tanto en la periferia de los ejes, bien distanciados y enfrentados en las diagonales gráficas.

Introducidas las variables ilustrativas (causa, inicio, acción y gravedad), junto con las activas, se pasa al estudio de las gráficas respecto a los ejes seleccionados, que muestran la distribución de todas las variables de ese espacio, representadas por nubes de puntos, facilitando el análisis e interpretación de cualquier tipo de ordenación que pudiera mostrar.

8.1.1.1 Análisis del eje 1 con el eje 2

(fig. 8.2)

. Destaca en primer lugar que todas las ilustrativas se confunden en el centro de gravedad de la nube de datos. Aplicado especialmente a la gravedad del suceso por su importancia en los objetivos del trabajo, al aparecer muy cerca del origen o nucleo, la nube de puntos es muy confusa respecto a las variables activas escogidas, llegándose al extremo de que incluso la gravedad 1 y 2 quedan superpuestas una sobre la otra, por tanto no existe una diferencia significativa de la gravedad respecto a los ejes.

. Solo la causa 1 (reparación) se muestra parcialmente distante de las otras causas.

La causa 1 puede ser significativa en esos ejes, al verse desplazada respecto a las otras y de su grupo.

El comportamiento medio de los barcos en que se da la causa de reparación se distingue del comportamiento general de la nube y se puede relacionar con las variables que se encuentren próximas de su cuadrante, como son: el estado 2, los buques 11 y 13, y los tonelajes 6 y 7, siendo su interacción mas grande.

. De las activas, además de lo dicho para el tratamiento global, lo mas evidente corresponde al tonelaje, al contraponerse marcadamente los grandes a los pequeños.

. Los tipos de propulsor están perfectamente opuestos, pero aún reservando tal criterio no podrá ser considerado como contribuyente del suceso cuando dicho aspecto es relacionado con el número de buques que a nivel mundial disponen de uno u otro medio de propulsión, soportando cada uno, por tanto, los porcentajes correspondientes.

Los puntos anteriormente citados, llevan a la conclusión de no poderse establecer una relación significativa de las variables ilustrativas con las funciones activas que han participado en la construcción de los ejes.

8.1.1.2 Análisis del eje 2 con el eje 3

(fig. 8.3)

. Similar al análisis efectuado para los ejes 1-2, también los ejes 2-3 muestran nubes de puntos concentrados en el núcleo con elementos dispersos en la periferia, ninguno de ellos de la clase ilustrativa.

. Cabe la apreciación de una ligera separación en los ejes 2-3 de la causa 1, menor que en los ejes 1-2, sigue manifestándose mas apartada del resto y grupos, esta vez con la proximidad de otros tonelajes (1 y 2).

AXE 2 * AXE 3

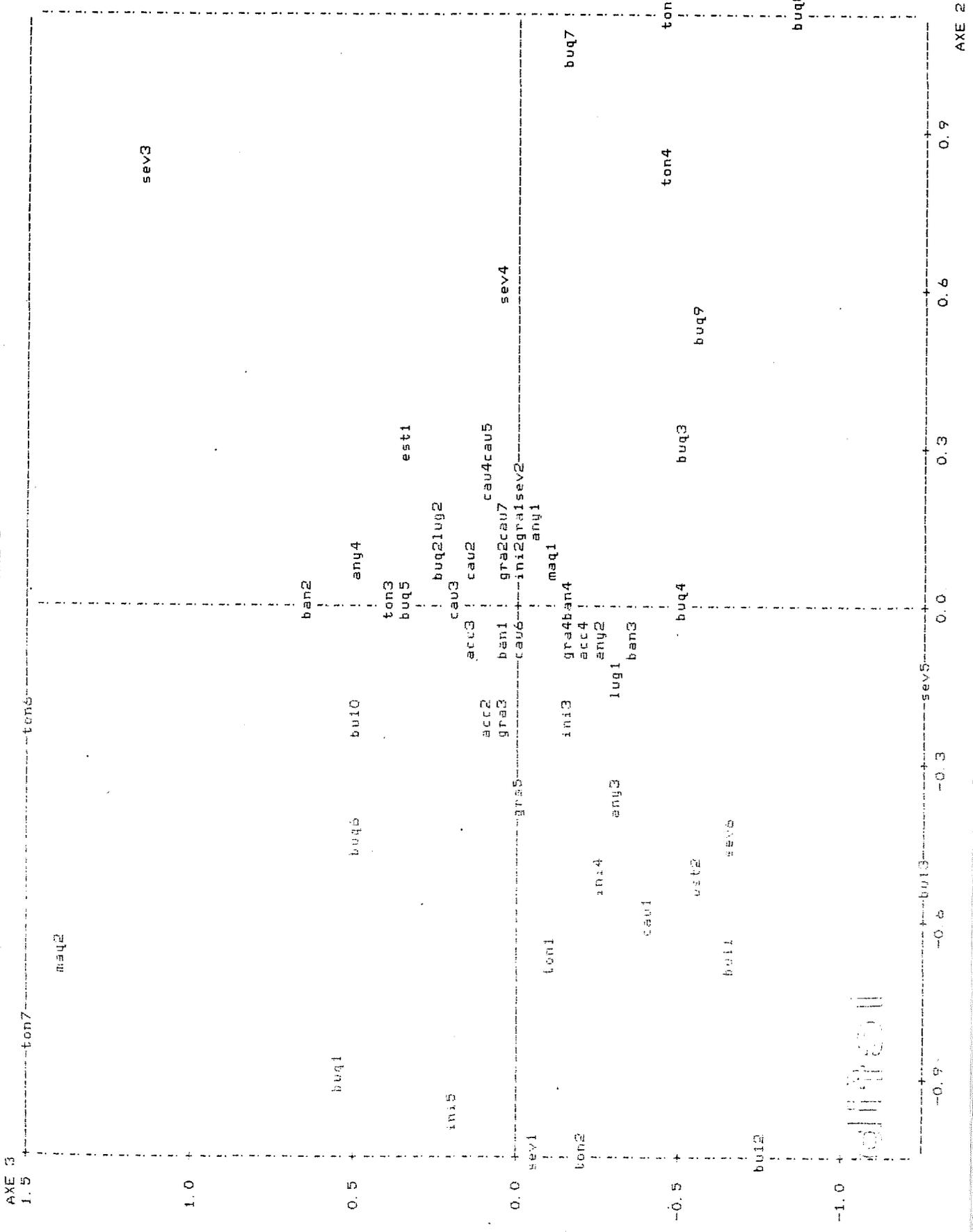


Fig. 8.3

8.1.1.3 Análisis del eje 3 con el eje 4

(fig. 8.4)

. Son válidos todos los comentarios efectuados para el análisis de los ejes 3-4, si bien, la causa 1 cada vez está más cerca del núcleo, perdiendo por tanto su importancia, aunque se puede apreciar su asociación con los tonelajes medios.

Las conclusiones obtenidas para los ejes 2-3 y 3-4, son que tampoco pueden establecerse relaciones significativas entre las variables que han intervenido en el estudio. No obstante, puede considerarse que la causa 1 es independiente del tonelaje puesto que afecta a todos, grandes y pequeños y dependiente respecto a la condición del buque en estado de lastre, circunstancia perfectamente asumible por constituir la condición normal para efectuar reparaciones.

Como resultado de los análisis efectuados a los ejes 1 y 2, continuados en los ejes 2-3 y 3-4, no se justificaba seguir con la exploración de ejes más lejanos, de los que evidentemente todavía se obtendrían menos conclusiones.

8.1.2 Análisis de clasificación

El segundo procedimiento empleado ha sido la técnica de la clasificación para ver si las ilustrativas, especialmente la gravedad, eran significativas.

La clasificación se ha realizado para confirmar o rebatir el comportamiento de la gravedad, proporcionando además distintas tipologías de buques en las que se comprobará si la gravedad está o no presente en el siniestro. Es por tanto un paso mas, adicional al análisis factorial realizado con la correspondencia.

Si la clasificación distribuía en los ejes las variables de comportamiento similar, la clasificación los parte o agrupa.

También en la clasificación se dispone de un histograma de índices de niveles, que facilita el criterio de selección del número de cortes que será oportuno realizar para abarcar el análisis en sus aspectos mas importantes.

Para este caso, del histograma se efectuan tres cortes a la vista de la cuantificación que muestran los mas significativos (fig. 8.5).

El programa después de efectuar el tratamiento de los datos muestra listados de características, porcentajes y probabilidades, obteniéndose de cada corte las clases correspondientes: tres para el primero, cinco para el segundo y seis para el tercero.

Común a todas las clases estudiadas, puede decirse que, si en el análisis de correspondencia, la gravedad quedaba centrada próximo al nucleo, aquí la gravedad queda dispersa entre las clases, lo que viene a decir lo mismo visto desde otro criterio de análisis, reafirmando lo que se evidenció en el análisis de correspondencia, al decirnos que la

CLASSIFICATION ASCENDANTE HIERARCHIQUE : DESCRIPTION DES 50 NOEUDS D'INDICES LES PLUS ELEVES

HISTOGRAMME DES INDICES DE NIVEAU

NUM. AINE	BENJ	EFF.	POIDS	INDICE	**
938	886	16	16.00	0.06272	**
939	881	16	16.00	0.00277	**
940	909	20	20.00	0.00289	**
941	722	8	8.00	0.00290	**
942	874	14	14.00	0.00295	**
943	929	18	18.00	0.00302	**
944	913	21	21.00	0.00327	**
945	941	11	11.00	0.00328	**
946	918	28	28.00	0.00329	**
947	888	24	24.00	0.00339	**
948	860	9	9.00	0.00353	**
949	882	901	23.00	0.00391	**
950	919	21	21.00	0.00399	**
951	927	13	13.00	0.00404	**
952	932	32	32.00	0.00413	**
953	923	16	16.00	0.00421	**
954	906	7	7.00	0.00430	**
955	925	7	7.00	0.00433	**
956	831	938	22.00	0.00450	**
957	940	30	30.00	0.00451	**
958	949	31	31.00	0.00451	**
959	864	40	40.00	0.00475	**
960	916	18	18.00	0.00479	**
961	917	37	37.00	0.00502	**
962	958	60	60.00	0.00550	**
963	956	38	38.00	0.00568	**
964	953	32	32.00	0.00793	**
965	922	23	23.00	0.00826	**
966	943	28	28.00	0.00825	**
967	951	20	20.00	0.00895	**
968	950	38	38.00	0.00923	**
969	952	45	45.00	0.00975	**
970	936	22	22.00	0.01182	**
971	944	35	35.00	0.01230	**
972	957	48	48.00	0.01265	**
973	959	78	78.00	0.01478	**
974	971	73	73.00	0.01538	**
975	972	85	85.00	0.01587	**
976	954	39	39.00	0.02054	**
977	975	108	108.00	0.02184	**
978	962	138	138.00	0.02680	**
979	978	183	183.00	0.03383	**
980	977	119	119.00	0.03528	**
981	937	30	30.00	0.03559	**
982	970	61	61.00	0.03854	**
983	974	101	101.00	0.05114	**
984	982	244	244.00	0.07400	**
985	983	345	345.00	0.06053	**
986	980	464	464.00	0.12590	**
987	981	494	494.00	0.15172	**

Fig. 8.5

gravedad queda difusa y repartida. Ello se evidencia, al ser considerados significativos los que dispongan de un índice superior a (± 2).

Por clases: (todas situadas en el Anexo IV/1)

. En la clase 1/3, puede verse que entre dichos límites y no por fuera de ellos, quedan todas las gravedades consideradas. También, el distanciamiento en sectores opuestos, de los tonelajes bajos frente a los mas altos, aspecto detectado en el análisis de correspondencia.

. En la clase 2/3, la causa de explosión se relaciona mas con los tipos de buque petrolero y bulkcarrier y tonelajes medios.

. En la clase 3/3, destacan dos grupos, uno la causa por reparación, petroleros y tonelajes elevados, otro la causa desconocida, buque convencional y tonelaje no muy alto.

. En 1/5 la gravedad correspondiente al desgüace está relacionada con el tipo de buque convencional, tonelajes medio-bajo y SEVIMAR aplicable no recientes. Y de nuevo petroleros y bulkcarriers con tonelajes altos y por causa en reparación, con aplicación de SEVIMAR posteriores.

. Los mismos criterios iniciados en 1/5 pueden aplicarse a las sucesivas de su corte, como a las del siguiente, es decir, en ningún caso la gravedad proporciona un criterio de clasificación, mientras otras variables lo hacen sin especial significancia.

8.2 Segundo análisis

Dados los resultados obtenidos, que no son ni sorprendentes ni buenos en cuanto a su inmediata utilización, se decidió realizar otro análisis para no perder alguna consideración.

Se repitió el análisis de correspondencia, introduciendo todos los datos como activos excepto la gravedad, remarcando la relación que haya entre los que antes eran ilustrativas.

Del segundo análisis, siguiendo el mismo procedimiento comentado para el primero, debe señalarse la importante diferencia existente entre ellos, ya que las ilustrativas anteriores salvo la gravedad pasan ahora a ser activas y por tanto aquí ya aparecen separadas del núcleo, si bien no por su significancia, sí por su relación con las nuevas activas.

En el primer análisis quedaba todo muy disperso, mientras que ahora con los datos del siniestro como activos, la relación del tipo de buque y las del incidente respecto a la gravedad, se obtiene la conclusión, de que aceptadas como activas la causa, inicio y acción, se relacionan mejor con la gravedad. Lo que nos permite deducir por comparación respecto al primer análisis, que la gravedad se relaciona, evidentemente, con las características del siniestro mas que las resultantes del propio buque.

Se extraen las siguientes conclusiones, según las gráficas aportadas⁴³ :

- . Del segundo análisis factorial puede determinarse que la gravedad queda igualmente confusa, pero un poco mas relacionada con las nuevas activas, inicialmente adoptadas como ilustrativas.

- . El hecho de realizar varios análisis ha servido para

⁴³ Dispuestas en el Anexo IV/1.

distinguir enmascaramientos posibles, por ejemplo, con el segundo análisis la gravedad podría considerarse relacionada con el tipo de buque, mientras que realmente lo es por el enmascaramiento con las variables del siniestro.

8.2.1 Segundo análisis de clasificación

Por la metodología empleada en el primer análisis de clasificación y el planteamiento utilizado en el segundo, pueden aportarse las siguientes conclusiones:

. En la segunda clasificación comparada con la primera, la variable gravedad tiene mas importancia por estar posiblemente mayormente relacionada con las variables del siniestro que con las características del buque.

. Por la misma causa anterior, las clases al incorporar las acciones, inicio y causas como activas, la gravedad se destaca como mas importante, pero lo es solo por su relación con las nuevas variables no con las características del buque, como ahora se pretendía confirmar.

. El análisis de clasificación nos vuelve a reafirmar en los mismos conceptos ya detectados anteriormente, por lo que se aporta un nivel mayor de confianza al tratamiento efectuado de los datos disponibles.

8.3 RESUMEN DE LAS CONSIDERACIONES

Realizados diversos análisis de Correspondencias y Clasificaciones sobre los datos disponibles, se observa:

. La variable gravedad difícilmente puede asociarse a las características de los buques en las proyecciones sobre los planos principales, al aparecer siempre muy concentrada entorno al origen.

. Por otro lado, las clases si parecen estar bien definidas por las características de los buques.

. Si el análisis incluye como activas las características del propio incendio, la gravedad toma una cierta significación, a veces destacada sobre todo en la definición de las clases, en las que se observa relación entre las características del siniestro y la gravedad, pero no entre esta última y las características del buque.

8.4 PROCEDIMIENTO DE ANALISIS CON EL PROGRAMA SPSS

De las numerosas posibilidades que facilita el mencionado programa, básicamente se ha utilizado para obtener el cruzamiento de las variables entre sí, y el test de independencia por medio del estadístico chi-cuadrado.

Los cruzamientos efectuados fueron los siguientes:

.BUQUE POR	SEVIMAR TONELAJE BANDERA ESTADO CARGA LUGAR INICIO CAUSA ACCION GRAVEDAD	SEVIMAR POR	TONELAJE BANDERA INICIO CAUSA ACCION GRAVEDAD
. TONELAJE POR	INICIO CAUSA ACCION GRAVEDAD	PROPULSOR POR	LUGAR GRAVEDAD
. INICIO POR	CAUSA ACCION GRAVEDAD	ESTADO POR	INICIO CAUSA ACCION GRAVEDAD
. BANDERA POR	GRAVEDAD	CAUSA POR	ACCION GRAVEDAD
. GRAVEDAD POR	LUGAR	ACCION POR	GRAVEDAD
. LUGAR POR		LUGAR POR	INICIO
. BUQUE POR GRAVEDAD	POR INICIO		
. BUQUE POR GRAVEDAD	POR CAUSA		

Una vez analizados todos ellos, se han escogido aquellos que en relación al estadístico chi-cuadrado significaban ser dependientes entre sí, estuvieran relacionados con las conclusiones aportadas en los análisis de correspondencia y clasificación anteriores, o simplemente puedan aportar un punto de apoyo para justificar un enfoque o criterio de algún aspecto en particular.

No obstante, significar que las tablas de cruzamientos serán tanto mas válidas cuando se ven caracterizadas por algún tipo de dependencia, aunque no esté claramente definida cual es el vínculo que las une. No obstante, dichas variables constituyen el horizonte por donde deberán relacionarse, en el futuro, con otras datos o variables que permitan avanzar en la investigación, y también alcanzarán el nivel o consideración de suficientemente fiables, cuando el número de casos que reuna cada variable sean mas de cinco; sin embargo, se incluirán con las anteriores, el resto de cruzamientos dependientes aunque muestren elevados porcentajes de celdas con datos inferiores a cinco, a fin de no perder los aspectos que pueden ser modificados en el futuro. El conjunto de todos los cruzamientos se acompañan en el Anexo IV/2.

Haciendo un resumen de las tablas encontradas con dependencia de sus variables y la bondad de sus registros, son únicamente:

. MAQUINA BY LUGAR . CAUSA BY ESTADO

Por su nivel no excesivamente bueno, pero mas diferenciados de los pésimos, en relación al número de registros insuficientes (no superan el 25%), pueden aceptarse:

. CAUSA BY ACCION . ACCION BY GRAVEDAD
. LUGAR BY INICIO

Las tablas con signos de dependencia pero no aceptables por la característica insuficiente de sus registros, son:

. BUQUE BY ESTADO . TONELAJE BY ACCION
. BUQUE BY SEVIMAR . BUQUE BY TONELAJE
. BUQUE BY GRAVEDAD . BUQUE BY INICIO
. INICIO BY ACCION . CAUSA BY INICIO

- . CAUSA BY GRAVEDAD . SEVIMAR BY GRAVEDAD
- . CAUSA BY BUQUE . TONELAJE BY GRAVEDAD
- . SEVIMAR BY AÑO . INICIO BY GRAVEDAD.
- . BANDERA BY GRAVEDAD
- . CAUSA BY GRAVEDAD BY BUQUE
- . GRAVEDAD BY INICIO BY BUQUE

Como puede comprobarse en el compendio de cruzamientos del Anexo IV/2, respecto al test de independencia cabe destacar la dificultad que se presenta ante la falta de efectivos en muchas de las modalidades cruzadas.

Por otra parte, los porcentajes que se muestran en las tablas de cruzamientos, proporcionan algunas orientaciones y criterios, que evaluados prudentemente son aplicables a los planteamientos iniciales que hoy por hoy son posibles en la aproximación al método, siendo comentadas una por una, en su momento, durante el tratamiento de los distintos aspectos.

El análisis del capítulo y su tratamiento estadístico, induce a proponer futuras líneas de investigación cuando exista una importante fuente de datos en los siguientes campos:

- . Buscar nuevas variables que sean buenas indicadores de la siniestralidad, con el propósito de relacionarlas con las características de los buques, es decir, indicadoras del tipo de siniestro.
- . Entre estas nuevas variables de siniestralidad y la propia gravedad deberían relacionarlas teniendo en cuenta la eventual influencia de las variables de intervención mas ligadas al propio siniestro.
- . De la conjunción de los dos estudios relacionales, deberían buscarse eslabones directos, lo mas objetivos posibles, entre las características de los buques y la gravedad de los eventuales siniestros.