



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE BAJA CALIFORNIA SUR**

**Área Interdisciplinaria de Ciencias del Mar
Departamento de Biología Marina
Programa de Investigación de Mamíferos Marinos**



MEMORIA DE SERVICIO SOCIAL

**“DIGITALIZACIÓN DEL CATÁLOGO FOTOGRÁFICO
DE LA BALLENA GRIS (*Eschrichtius robustus*)
EN LA LAGUNAS DE SAN IGNACIO Y OJO
DE LIEBRE DURANTE LAS TEMPORADAS
INVERNALES 1996-2003”**

Que como requisito para obtener
el título profesional de:

BIÓLOGO MARINO

Presenta:

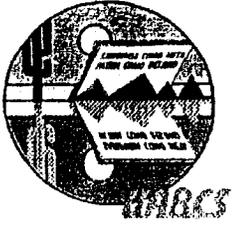
SERGIO GONZÁLEZ CARRILLO

La Paz, B.C.S., México, octubre de 2004



[TE
1501]

63581



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR



Apartado Postal 19-13
Código Postal 23080
La Paz, B.C.S.

Tels. 123 88 00 ext 4100
Fax 123 88 19

ÁREA INTERDISCIPLINARIA
DE CIENCIAS DEL MAR

Departamento de Biología Marina

Fecha: 5 de Agosto de 2004

M. EN C. EMELIO BARJAU GONZALÉZ
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA MARINA
PRESENTE

Los abajo firmantes comunicamos a Usted, que habiendo revisado la Memoria de Servicio Social que realizó el pasante: Sergio González Carrillo

Con el Título: "Digitalización del catálogo fotográfico de la ballena gris (*Eschrichtius robustus*) en las lagunas de San Ignacio y Ojo de Liebre durante las temporadas invernales 1996 - 2003"

Otorgamos nuestro voto aprobatorio y consideramos que dicho Trabajo está listo para su defensa a fin de obtener el título de Biólogo Marino.

Jorge Urbán Ramírez
Nombre Completo

[Firma]
Firma PRESIDENTE

ENRIQUE ALEJANDRO GÓMEZ GALLARDO UNZUETA
Nombre Completo

[Firma]
Firma SECRETARIO

Mercedes Eugenia Guerrero Ruiz
Nombre Completo

[Firma]
Firma VOCAL

Marie Sylviane Jaume Schinkel
Nombre Completo

[Firma]
Firma SUPLENTE

Víctor Hugo Flores de Sahagún
Nombre Completo

[Firma]
Firma SUPLENTE

ENRIQUE ALEJANDRO GÓMEZ GALLARDO UNZUETA
Nombre Completo

[Firma]
Firma DIRECTOR

DEDICATORIA.

A mi familia
Papás: Sergio y Magdalena.
Hermanos: Ani y David.

Gracias por creer en mí. No tengo palabras para decirles lo mucho que los quiero y extraño.

Avryl

Preciosa gracias por llegar a mi vida y enseñarme tantas cosas bellas entre ellas como es el amor.

AGRADECIMIENTOS.

La mayoría de las personas creen que la parte de agradecimientos es la más fácil de escribir de una tesis, pero no lo es, porque es en estos momentos donde quieres poner a todas aquellas personas que de una u otra manera te han ayudado en algo.

Antes que nada quiero agradecer a mis papás que me permitieron salir e irme lejos a estudiar una carrera que poco a poco va siendo conocida pero que tuvieron la confianza en mí desde el primer momento en que les dije. Gracias también a mis hermanos Ani y David que siempre han estado ahí cuando los necesito. Ustedes saben lo difícil que fue ésta separación al principio. Quisiera decirles tantas cosas pero no acabaría. Solo quiero que sepan lo mucho que los quiero y extraño todos los días.

A Avryl, por ser alguien especial en mi vida a la cual le debo mucho. Gracias por estar en los momentos difíciles y también en los fáciles. El que hayas llegado a mi vida y demostrarme amor, confianza y apoyo a través de estos años ha hecho de mí una mejor persona. Te amo nena.

Si alguien tiene que envidiarme algo eso sería Mi Familia.

Quiero agradecer a Jorge por que me permitió ser parte de este laboratorio, por darme la oportunidad de hacer mis estancias I y II, servicio social y posteriormente esta memoria, así como también salir a campo y conocer ese maravilloso mundo de las ballenas. Gracias por enseñarme tantas cosas y por ser maestro y amigo.

Alex, gracias por ser mi director de tesis, ah! perdón, director de memoria. Gracias por ser mi maestro en el campo pero principalmente por ser amigo, también por enseñarme, al igual que Jorge, a ser un buen ayudante académico que aunque duro poco aprendí muchísimo, muchas gracias. Esos momentos en el campo en los que platicábamos después de que batallaste con nosotros todo el día, sobretodo cuando nos enseñaste a manejar la panga nunca se me van a olvidar, y por supuesto los juegos de UNO tampoco. Pero sobretodo por haber tenido la suficiente paciencia para corregir este trabajo. En fin muchas gracias Alex.

Al resto del comité revisor que son Meche, Sylviane y Víctor, por aceptar ser parte de este trabajo, gracias por todas sus observaciones y correcciones que en algunas ocasiones se las pedía de un día para otro y a pesar de todas sus actividades siempre tuvieron tiempo para la Memoria. De nueva cuenta muchas gracias.

Al equipo PRIMMA muchas gracias por ser buenos compañeros en el campo y compartir buenas experiencias que jamás olvidare y por ser amigos aquí en La Paz: Jorge, Alex, Meche, Milhouse, Ursula, Sylviane, Vaquero, Benja, Checo, Drea, Briceida, Gaby, Esther, Gabo, Lula, Claudia y Zeida, a todos ellos muchas gracias.

A Drea, Milhouse, Lula y Alicia por ayudarme en diferentes momentos de mi trabajo, ya sea al momento de escanear, comparando o llenando la base de datos. Gracias por hacer más gratos esos momentos de espera del escaneado entre imagen e imagen.

Liza, Orso y José: merecen mención aparte, ustedes son llamados cariñosamente mi familia pacheña, gracias por permitirme ser más que un amigo, por compartir momentos agradables y por estar ahí siempre que los necesito.

Sandrita muchas gracias por ser nuestra "mamá", por tus consejos en los momentos en los que necesitábamos un apoyo, por darnos café las veces que íbamos a clases y cuando no también. Gracias por hacer más sencillas nuestras clases y a mi personalmente la labor de ayudante académico. Pero gracias a ti estoy junto a la persona más especial en mi vida. Gracias Sandrita.

Quisiera agradecer también a Lupita y Benito, por todo el apoyo que nos dieron a Avryl y a mí, porque además de ser maestros son amigos en los cuales podemos confiar. Dr. David Siquieros, gracias por ayudarme con el prólogo y darme valiosos consejos. Hermilo Santoyo, Octavio Aburto, Gustavo Hinojosa y Prof. Sergio Troyo gracias por todas las enseñanzas.

A mis amigos de La Paz: Vaquero y Diana, Benja, Oscar y Uri, Burro, Ciro, Nayeli, Sergio (Guaymas). También a mis alumnos de amniotas que me ayudaron a quitarme un poco el miedo y el nervio de exponer y por tenerme paciencia en mis primeras clases, a todos ustedes muchas gracias.

Y por ultimo, pero no menos importantes a mi RAZA de San Luis Potosí que aunque estamos lejos seguimos manteniendo la amistad y nos apoyamos mutuamente en los proyectos personales.

ÍNDICE GENERAL.

Lista de tablas.

Lista de figuras.

PRÓLOGO.

I. INTRODUCCIÓN.	1
II. ANTECEDENTES.	7
III. JUSTIFICACIÓN.	11
IV. OBJETIVO.	13
IV.1.- Objetivos particulares.	13
V. ÁREA DE ESTUDIO.	14
V.1.- Laguna San Ignacio.	14
V.2.- Laguna Ojo de Liebre.	16
VI. METODOLOGÍA.	18
VI.1.- Foto-identificación.	18
VI.1.1.- Toma de fotografías.	18
VI.1.2.- Revelado e impresión.	19
VI.1.3.- Selección de fotografías del catálogo.	19
VI.1.4.- Formación del catálogo fotográfico.	20
VI.1.5.- Digitalización.	20
VI.1.6.- Ingreso en la base de datos.	21
VI.1.7.- Comparación.	22
VII. RESULTADOS.	24
VII.1.- Descripción de las características.	24
VII.2.- Comparación de las características.	30
VIII. CONCLUSIONES.	34
IX. LITERATURA CITADA.	35
ANEXO I.	39
ANEXO II.	40
ANEXO III.	41
1.- Figura a.	42
2.- Figura b.	43
3.- Figura c.	44
4.- Figura d.	45

5.- Figura e.	46
6.- Figura f.	47
7.- Figura g.	48
8.- Figura h.	49
9.- Figura i.	50
10.- Figura j.	51
11.- Figura k.	52
12.- Figura l.	53
13.- Figura m.	54
14.- Figura n.	55

LISTA DE TABLAS.

Tabla I: Número total de fotografías por categoría y por zona.

31

LISTA DE FIGURAS.

Figura 1: Ruta migratoria de la población "Californiana" de la Ballena Gris desde sus zonas de alimentación hasta las lagunas de reproducción y crianza Ojo de Liebre y San Ignacio, México.	1
Figura 2: Morfología externa de la Ballena gris. Se señalan algunas características como lo son las gibas, joroba, surcos ventrales y las agregaciones de piojos.	2
Figura 3: Balano (<i>Cryptolepas rhachianecti</i>) característico de la ballena gris.	2
Figura 4: Ciámidos o piojos (<i>Cyamus scammoni</i>) característicos de la ballena gris.	3
Figura 5: Localidades importantes en la Península de B. C: en Baja California: Bahía de San Quintín (1), Isla Cedros (2) y Laguna Guerrero Negro (3); en Baja California Sur tenemos a Laguna Ojo de Liebre (4), Laguna San Ignacio (5), Bahía de Ballenas (6), Canal de San Carlos y Complejo lagunar Bahía Magdalena-Bahía Almejas (7).	4
Figura 6: Distintos patrones de coloración en la Ballena Gris. a) ectoparásitos, b) genéticas y c) interacción con otros animales.	5
Figura 7: Mapa de la Laguna San Ignacio, B.C.S. México.	15
Figura 8: Mapa de la Laguna Ojo de Liebre, B.C.S. México.	17
Figura 9: Cuadro de las diferentes características de la ballena gris.	24
Figura 10: Marca a manera de parche blanco grande.	25
Figura 11: Marca a manera de parche blanco mediano.	25
Figura 12: Marca a manera de parche blanco chico.	25
Figura 13: Patrón de coloración: Marca a manera de motas.	26
Figura 14: Patrón de coloración: Marca a manera de líneas blancas.	26
Figura 15: Patrón de coloración: Marca a manera de otro tipo de marca de color.	27
Figura 16: Marca a manera de cicatriz circular.	27
Figura 17: Marca a manera de cicatriz lineal.	27
Figura 18: Marca de dientes "Rake marks".	28
Figura 19: Marca a manera de herida pronunciada (deformidad).	28
Figura 20: Patrón de nódulos: muy evidentes.	29

Figura 21: Patrón de nódulos: moderadamente visibles.	29
Figura 22: Patrón de nódulos: no evidentes.	30
Figura 23: Número total de ballenas fotografiadas.	30
Figura 24: Patrón dominante en ambas categorías de las ballenas en la laguna San Ignacio. La gráfica (a) nos muestra los distintos tipos de maracas: PBG: Parche blanco grande, PBM: Parche blanco mediano, PBCh: Parche blanco chico y OMC: Otra marca de color. La gráfica (b) son los tipos de cicatrices: CC: cicatriz circular, CL: cicatriz lineal, RM: Rake marks, DEF: deformidad y OM: otra marca. La gráfica (c) son los tipos de nódulos: NE: nódulo evidente, NM: nódulo moderado y NN: no nódulo.	32
Figura 25: Patrón dominante en ambas categorías de las ballenas en la laguna Ojo de Liebre. La gráfica (a) nos muestra los tipos de marca, la gráfica (b) tipo de cicatriz y la gráfica (c) son los tipos de nódulos.	33

PRÓLOGO.

El grupo de los mamíferos marinos ha sido ampliamente estudiado con diferentes enfoques ya sea para poder estimar el número de la población o también el uso que hacen de una determinada región, para poder desarrollar complejos turísticos. Conforme crece el número de animales identificados en estudios de marcas naturales, la necesidad de adquirir un sistema que nos permita que el proceso de la identificación visual sea más efectivo, se vuelve cada vez más importante. Manejando un número considerable de fotografías y buscando recapturas entre ellas consume tiempo y está sujeto a errores, por lo que es necesario perfeccionar dichos sistemas para disminuir el grado de error. Esta inquietud motivó el desarrollo de una base de datos, que pueda hacer las funciones que nos planteamos y llevamos a cabo comúnmente al momento de comparar las fotografías.

El proyecto comenzó como un servicio social, pero la necesidad de dar a conocer los avances que se están obteniendo, así como también saber que se hace en el Laboratorio de Mamíferos Marinos, obligó al desarrollo de esta Memoria de Servicio Social, la cual permitirá tener acceso a ese conocimiento; de que se hace y cómo se trabaja en una de las áreas de dicho laboratorio.

A través de la revisión bibliográfica exhaustiva se encontró que numerosos estudios han tenido como herramienta la foto-identificación. Estos han sido desarrollados por investigadores en diversas investigaciones, con ello se demuestra que este trabajo responde a una necesidad real, y que existen suficientes fundamentos para poder desarrollar diferentes bases de datos con diferentes especies. Así mismo demuestra el grado de actualización que va obteniendo el laboratorio.

Esta memoria es la recopilación de 8 años de trabajo con la especie, por lo que el conocimiento adquirido a través de los años, además del empleo de nuevas técnicas permitirán un mejor seguimiento de ésta especie.

**“El azar, solo favorece a los espíritus preparados”
Louis Pasteur.**

I. INTRODUCCIÓN.

La ballena gris (*Eschrichtius robustus*), única especie perteneciente a la familia Eschrichtiidae, se distribuye en las porciones oriental y occidental del Pacífico Norte, además del Océano Ártico. A la población oriental se le llama "Californiana" y es aquella que lleva a cabo su migración entre las costas de Alaska y el Mar de Bering y la Península de Baja California, México (Fig. 1) (Calambokidis *et al.* 1994).

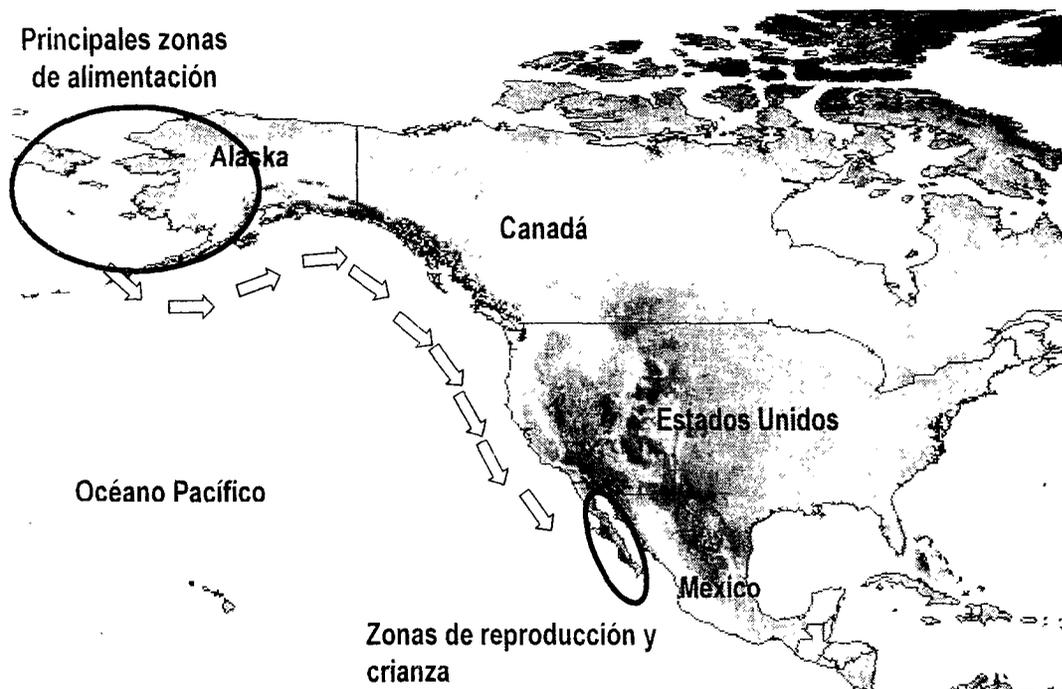


Figura 1. Ruta migratoria de la población "Californiana" de la ballena gris desde sus zonas de alimentación hasta las lagunas de reproducción y crianza Ojo de Liebre y San Ignacio, México.

Estas ballenas alcanzan como longitud máxima los 14 m y un peso de 33 ton. Cabe mencionar que las hembras son un poco más grandes que los machos. Las crías nacen en invierno, con una longitud de 4.5 a 5 m y con un peso aproximado de 500 kg. Son destetadas por sus madres nueve meses después, cuando tienen cerca de 7 m de longitud total. Las ballenas grises no tienen aleta dorsal, pero en su lugar se encuentra una joroba rudimentaria seguida por

una serie de seis a doce gibas de tamaño y forma irregulares. Además presentan de 2 a 4 surcos ventrales en la garganta (Fig. 2). La coloración de la piel va del negro al gris claro con una cantidad variable de manchas blancas y está colonizada por una especie de balano (*Cryptolepas rhachianecti*) (Fig. 3) y tres especies de ciámidos o piojos de ballena (*Cyamus scammoni*, (Fig. 4), *C. ceti* y *C. kessleri*) que cuando son abundantes pueden aparecer como manchas anaranjadas. La ballena gris es el único misticeto que se alimenta dragando del fondo marino y en general sus áreas de alimentación son aguas someras menores de 50 m de profundidad (Calambokidis et al. 1994).

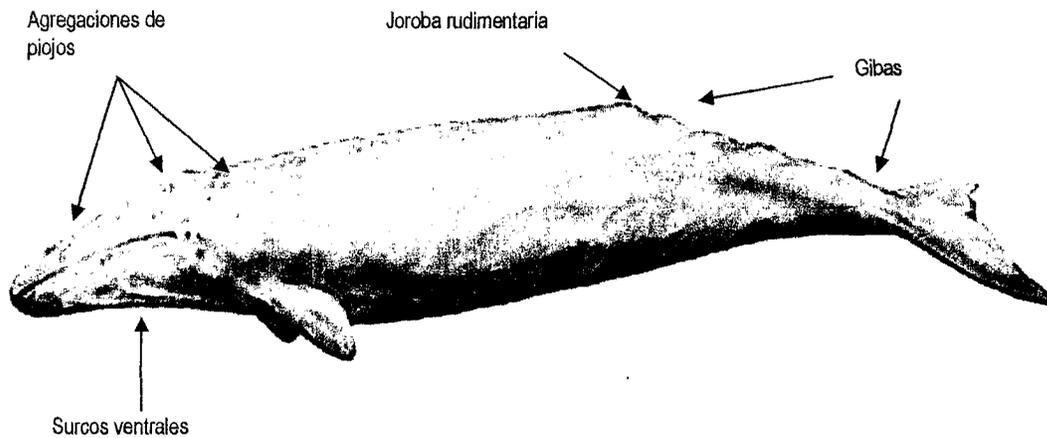


Figura 2. Morfología externa de la Ballena gris. Se señalan algunas características como son las gibas, joroba, surcos ventrales y las agregaciones de piojos.

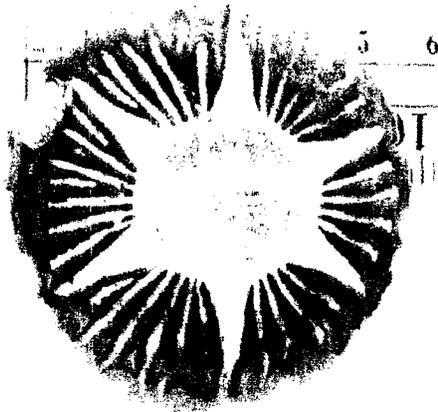


Figura 3. Balano (*Cryptolepas rhachianecti*) característico de la ballena gris.



Figura 4. Ciámidos o piojos (*Cyamus scammoni*) característicos de la ballena gris.

La ballena gris es una de las especies de misticetos que realiza migraciones anuales alternando entre sus áreas de alimentación y reproducción. Dicha migración, en su ruta al sur, se realiza desde sus zonas de alimentación que son tres principalmente: la primera que es al sur del mar de Chukchi, donde se alimenta de anfípodos; la segunda que se localiza al sur del mar de Bering y al este de la península de Alaska, donde sus principales presas son camarones y misidáceos; y la tercera que va desde la periferia de las dos zonas anteriores hasta la Península de Baja California, que es donde su ruta migratoria llega al final. Aquí se ha observado que en algunas ocasiones se alimenta de anfípodos, misidáceos y algunas formas de poliquetos. Sin embargo algunas ballenas bajan hasta Cabo San Lucas y cruzan hacia el oeste del Golfo de California donde se les ha visto hasta Guaymas Sonora (Urbán, 2000). Desde finales de febrero hasta junio, los machos y hembras sin cría, hacen la ruta en sentido contrario. (Rice y Wolman, 1971; Le Boeuf *et al.* 1999; Urbán, 2000).

En la Figura 5 se presentan algunas localidades importantes de agregación invernal de la ballena gris en la costa occidental de la Península de B.C (Le Boeuf *et al.* 1999; Urbán, 2000).

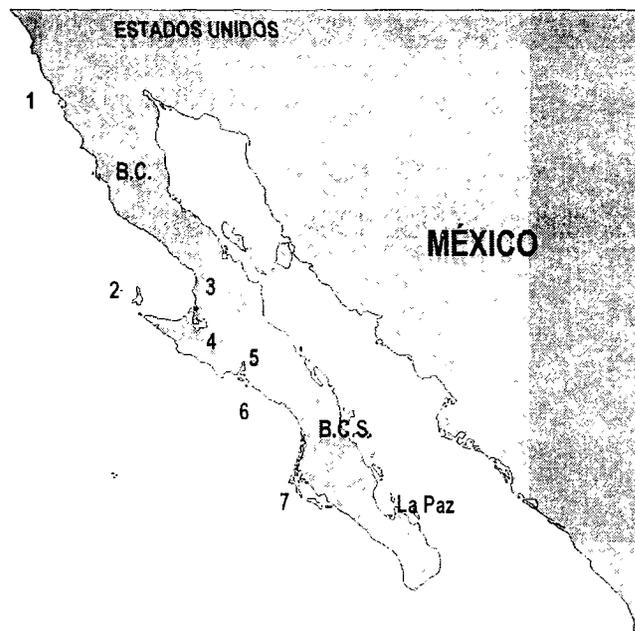


Figura 5. Localidades importantes de agregación de la ballena gris en la Península de B. C: en Baja California: Bahía de San Quintín (1), Isla Cedros (2) y Laguna Guerrero Negro (3); en Baja California Sur tenemos a Laguna Ojo de Liebre (4), Laguna San Ignacio (5), Bahía de Ballenas (6), Canal de San Carlos y Complejo lagunar Bahía Magdalena-Bahía Almejas (7).

La ballena gris posee diversas características tanto conductuales como morfológicas que la hacen especial para estudios de foto-identificación. En cuanto a su conducta tenemos que su ruta migratoria está bien definida, son de hábitos costeros, ya que se alimentan y se reproducen cerca de la costa y dentro de lagunas costeras. En cuanto a sus características morfológicas, el patrón de coloración está determinado por dos factores: la pigmentación natural y las extensas costras de balanos muertos. La oscuridad del fondo y la luminosidad que hay en bloques sobre la piel, varían en cada ballena y crean marcas naturales, que identifican a cada ballena, debido a la probabilidad tan baja que un patrón de pigmentación sea igual a otro. Investigaciones previas mostraron que la longevidad de las marcas es de al menos 11 años, razón por la cual la técnica de foto-identificación puede ser usada para estudios a largo plazo (Jones, 1990).

Cabe mencionar que este patrón de coloración va cambiando conforme pasa el tiempo. Al momento de nacer las ballenas son principalmente de color negro o gris oscuro, para posteriormente desarrollar varias manchas blancas que le proporcionan una tonalidad gris,

además de los parásitos que adquieren de las madres (Busch, 1998). En el estado adulto, el patrón de coloración estará compuesto por diversas manchas que pueden ser de tres tipos: de origen genético, producidas por caídas de ectoparásitos o marcas provocadas por la interacción con otros organismos (Fig. 6) (Urbán y Gómez-Gallardo, 2000).

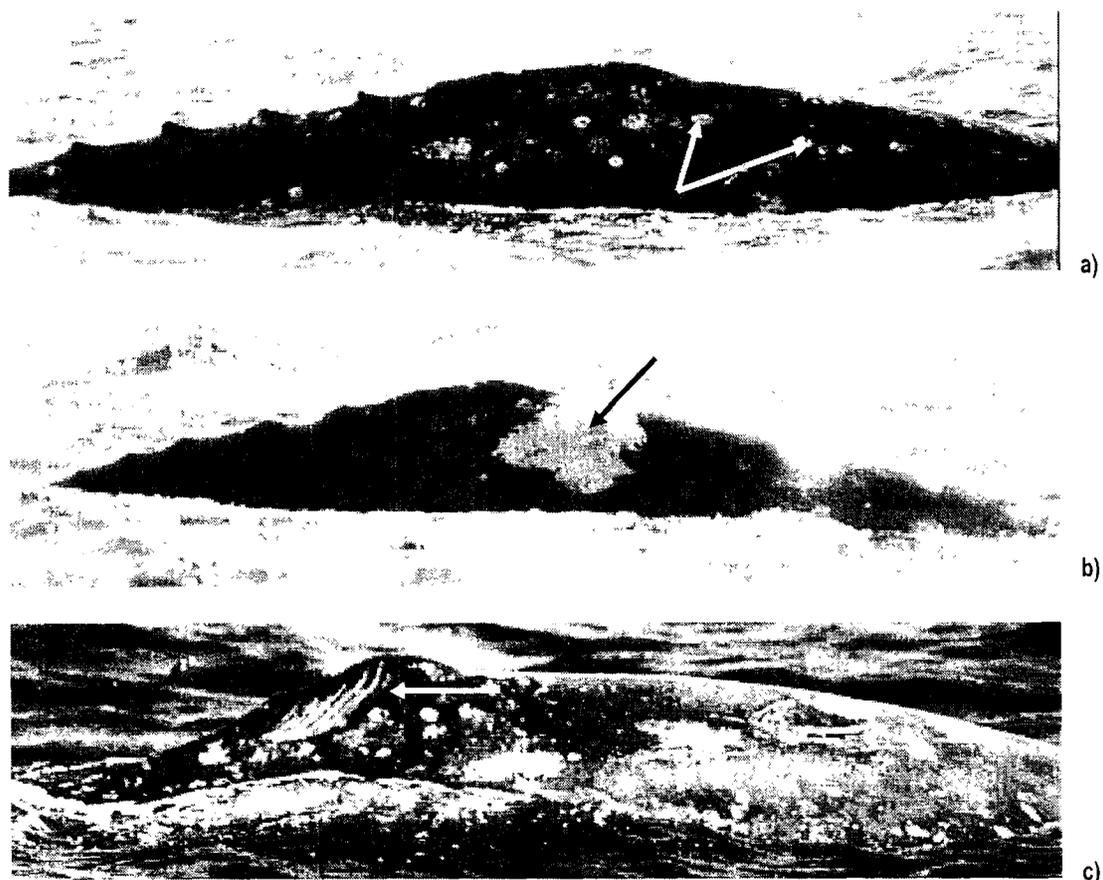


Fig. 6: Distintos patrones de coloración en la Ballena Gris. a) ectoparásitos, b) genéticas y c) interacción con otros animales.

El reconocimiento individual de estos animales, es usado como una herramienta de información para estudiar su distribución, patrones de movimiento y migraciones, que pueden ser determinados cuando se obtienen fotografías de un animal en más de una localidad. (Würsig y Jefferson, 1990).

Durante los últimos 20 años, se ha realizado un esfuerzo considerable para estudiar a los mamíferos marinos en su ambiente. Las identificaciones exactas son realizadas mediante la

observación de cicatrices, deformaciones, variación de formas en la aleta dorsal, y más efectivamente mediante los patrones de coloración, todas estas características quedan plasmadas en las fotografías. Además, para que las marcas naturales puedan ser reconocidas a través del tiempo, deben ser únicas al individuo, fáciles de ver y permanentes o de larga duración (Würsig y Jefferson, 1990). Por lo anterior la técnica de foto-identificación se ha vuelto la columna vertebral de muchos estudios de investigación a corto y mediano plazo, ya que permite a los investigadores implementar metodologías para estimar el tamaño de la población, distribución, residencia, migración, comportamiento social, dinámica de poblaciones e historias de vida individuales de diversas especies (Sears *et al.* 1990; Whitehead, 1990).

En cuanto a las historias de vida, éstas pueden verse significativamente aumentadas cuando los individuos, preferentemente reconocidos a temprana edad, son rastreados por muchos años. Además de los datos previamente descritos que se logran con la foto-identificación, podemos agregar que se obtienen también conocimientos a nivel individuo como por ejemplo: su edad de madurez sexual, intervalos de nacimiento, periodos de cuidado parental, de reproducción y gestación, en ocasiones información de enfermedades y rangos de mortalidad, sin necesidad de sacrificar animales (Würsig y Jefferson, 1990).

II. ANTECEDENTES.

Como se sabe, prácticamente todas las especies de ballenas, fueron intensamente cazadas durante los siglos XVII, XVIII y principios del XIX llevando casi a la extinción de las especies, lo que provocó el cierre de las capturas comerciales. Como consecuencia, fue necesario iniciar estudios de estimación de parámetros poblacionales para evaluar el estado que guardaban las especies que estuvieron sujetas a dicha explotación. Con esto los estudios con base en colectas de organismos fueron prohibidos o muy limitados, por lo que fue necesario desarrollar otras técnicas de estudio que no involucraran la muerte o daño alguno del individuo, o bien que no modificaran su conducta. Entre estas técnicas se encuentran la foto-identificación e identificaciones acústicas (Jaramillo, 1995).

Sin embargo, debido a la dificultad para aplicar las técnicas acústicas, así como su alto costo, la técnica de la foto-identificación comenzó a ser utilizada ampliamente en todo el mundo por la mayoría de los investigadores de cetáceos (IWC, 1990).

La técnica de identificación individual de ballenas mediante fotografías fue desarrollada a principios de los setentas gracias a la aparición de investigaciones a largo plazo de cetáceos, por lo cual ha sido aplicada exitosamente por diversos investigadores para estudiar a las ballenas en su medio natural (Glockner-Ferrari y Ferrari, 1990).

El tursión (*Tursiops truncatus*) ha sido objeto de éstos estudios, uno de ellos fue desarrollado por Hansen y Defran en San Diego, California, el cual se dividió en dos periodos, uno de ellos comprendía los años de 1981 a 1983, mientras que el segundo duro de 1984 a 1986. La base de éste estudio fue la técnica de foto-identificación y el objetivo del estudio fue, mediante la comparación fotográfica, determinar la fidelidad que tiene esta especie a esta área (Hansen y Defran, 1990).

Kraus y Katona (1977) al igual que Katona *et al.* (1979), demostraron que la ballena jorobada del Atlántico Norte puede ser identificada individualmente mediante fotografías de sus patrones de pigmentación en la superficie ventral de la aleta caudal y con las formas de sus aletas dorsales. Mientras que en 1978, Jurasz y Jurasz comenzaron a identificar a esta misma especie en el sureste de Alaska.

En 1979, Best y Underhill desarrollaron un estudio a largo plazo con ballena franca del sur (*Eubalaena australis*) cerca de las costas de Sudáfrica utilizando la foto-identificación aérea. Ellos se basaron para reconocer individualmente a las ballenas, en las formas y posiciones de sus numerosas callosidades, que presentan en su cabeza. Con éste estudio se pudo estimar el tamaño de la población (Best y Underhill, 1990).

Carlson y colaboradores en una investigación llevada a cabo en los años de 1978 a 1986 y basada en la técnica de la foto-identificación, estudiaron los cambios en los patrones de pigmentación de la aleta caudal en la ballena jorobada dentro del Golfo de Maine, obteniendo como resultados que menos del 5% de la población cambia significativamente esos patrones y que éstos cambios ocurren en el primer año de vida de las crías (Carlson, *et al.* 1990).

Otro trabajo a largo plazo basado en la foto-identificación y pigmentación de ballenas, es el realizado por Jaramillo (1995) con ballena jorobada en el Pacífico Mexicano. Este trabajo fue desarrollado gracias a que la porción ventral de la aleta caudal de esta especie, presenta gran variabilidad y cantidad de marcas, por lo que es relativamente fácil aplicar la foto-identificación. Además de que los individuos muestran frecuentemente la aleta caudal al iniciar una inmersión prolongada.

En cuanto a los estudios con ballena gris que han utilizado esta técnica, son varios los investigadores que han usado marcas naturales para identificar ballenas grises en estudios a corto plazo. Un ejemplo de ello es el estudio realizado por Sauer (1963), en el cual describió la aparente actividad sexual en la Isla St. Lawrence, mencionando que las ballenas pueden ser

identificadas por marcas en la piel. Leatherwood (1974) usó marcas naturales para identificar tres ballenas grises en días consecutivos en las costas de California. Hatler y Darling (1974), demostraron que esta técnica puede apoyar estudios a largo plazo, y que los resultados pueden ser usados como base de datos en donde un individuo puede ser identificado.

Swartz y Jones (1978; 1981) y Bryant y Lafferty (1980) identificaron ballenas grises en las lagunas de reproducción del Pacífico Mexicano y realizaron catálogos de identificación. Gracias a esta identificación se pudo validar la ruta migratoria de esta especie, ya que al momento de realizar la comparación entre estas ballenas y aquellas que se encuentran en las costas de Vancouver se obtuvieron recapturas (Darling, 1984).

El primer estudio a largo plazo, llevado a cabo en la Laguna de San Ignacio y en el cual se tenía como herramienta a la foto-identificación, comenzó en 1978 y finalizó en 1982 por Jones y Swartz (1984), con la finalidad de estudiar la demografía y fenología de las ballenas grises en su temporada de reproducción, además de evaluar el impacto de las actividades de observación turística (whale-watching) llevadas a cabo en esta laguna. La información generada en este estudio, ayudó a detectar y evaluar los cambios en la abundancia, distribución y movimientos de la ballena gris y sus objetivos más importantes fueron determinar la residencia e intervalos de nacimiento (Jones y Swartz, 1984).

Conforme a todo lo anterior, se reconoce que con un buen número de fotografías, una parte razonable de la población de casi cualquier especie de cetáceo puede ser identificada individualmente y que gracias a esto se confirma la validación de la técnica de foto-identificación como un tipo de marcaje. Además se pudo comprobar que la técnica es útil para el monitoreo de la estructura de la población (Miyashita *et al.* 1990; Würsig y Jefferson, 1990), patrones de residencia, intervalos de nacimientos y otras características demográficas. Muchos de estos estudios han sido desarrollados por grupos de investigadores que trabajan en áreas limitadas geográficamente (Hansen y Defran, 1990).

Recientemente los investigadores de comportamiento animal y ecología, están de acuerdo que algunos aspectos de sus estudios han sido mejorados mediante el reconocimiento de individuos, principalmente porque los vertebrados pueden ser identificados por marcas naturales. Gracias a esta característica, la identificación individual se ha vuelto parte fundamental de la investigación de campo especialmente para los investigadores de cetáceos (Würsig y Jefferson, 1990).

III. JUSTIFICACIÓN.

El estudio del comportamiento social de cetáceos, en estado salvaje, se ha visto facilitado por el desarrollo de técnicas de marcaje, radio-telemetría, el reconocimiento de marcas naturales y el uso de la fotografía para identificarlos con sus marcas naturales. La foto-identificación ha sido especialmente exitosa en áreas donde los animales se encuentran cerca de la costa y son accesibles a estudios en embarcaciones pequeñas (Miller, 1990). Por lo tanto, ha demostrado ser una herramienta poderosa para examinar diferentes aspectos de una población como son: la biología (Yuanyu *et al.* 1990), socio-ecología, dinámica de poblaciones y en algunos casos la edad de las ballenas (Bain, 1990).

Para el manejo y conservación de las poblaciones de cetáceos, es necesario disponer de un conocimiento sólido acerca de los patrones de uso del hábitat y los factores que afectan a ello. La filopatría que muestran las hembras hacia un lugar determinado, parece influenciar los patrones de distribución de muchas especies de Mysticetos, aunque no está claro hacia que área o si estos patrones están afectados por el *status reproductivo* y la disponibilidad de alimento. Por lo tanto, es importante conocer la influencia de los patrones de movimiento hacia sus sitios de reproducción en invierno por la filopatría de las hembras, ya que con ello se adquirirá un mayor entendimiento del comportamiento de la población (Goerlitz *et al.* 2003).

Los conocimientos que se tienen acerca de la filopatría de la ballena gris en las lagunas de agregación invernal en la Península de Baja California, se han obtenido mediante estudios a mediano-plazo realizados por Swartz y Jones a finales de la década de los setentas y principios de los ochentas y Urbán y Gómez-Gallardo en la década de los noventa, los cuales están basados en las técnicas de captura-recaptura a través de la foto-identificación. Algunas ballenas han sido observadas en años consecutivos y otras en diferentes temporadas, esto nos indica que la fidelidad al área sólo se presenta en hembras en los años que ellas producen crías.

Con base en lo anterior, tenemos que tanto más individuos de una población son identificados, los catálogos de identificación crecen, por lo que el esfuerzo físico se incrementa cada vez más y se vuelve extenuante. Cada nueva fotografía debe de ser comparada con las demás previamente identificadas. Esto toma mucho tiempo y requiere de gran habilidad para disminuir el grado de error. Por lo tanto, para tratar de reducir la labor e incrementar la exactitud del análisis de identificación, los esquemas de comparación computacionales se han ido desarrollando en los últimos tiempos (Whitehead, 1990).

Desde que los investigadores integraron la herramienta de la foto-identificación en sus investigaciones, numerosos estudios de ballena gris han sido desarrollados, trayendo con esto una gran cantidad de fotografías en sus diferentes temporadas, por lo que es prácticamente imposible comparar todas las fotografías con un alto grado de exactitud. Para poder evitar errores y agilizar este tipo de trabajo, es necesario desarrollar bases de datos que nos permitan hacer estas funciones y esta base de datos nos permitirá llevar a cabo comparaciones entre y dentro de los diferentes catálogos tanto históricos como actuales de una manera rápida y eficaz.

IV. OBJETIVO.

Participar en la elaboración de una base de datos y un catálogo histórico digitales de la ballena gris en sus diferentes áreas de distribución.

IV.1. Objetivos particulares:

- Digitalizar el catálogo fotográfico e ingresar la información relativa de los avistamientos y fotografías de ballena gris en Laguna San Ignacio en sus temporadas invernales 1996, 1997, 1998, 1999, 2000 y 2003
- Digitalizar el catálogo fotográfico e ingresar la información relativa de los avistamientos y fotografías de ballena gris en Laguna Ojo de Liebre en sus temporadas invernales 2001, 2002 y 2003.
- Comprobar la funcionalidad de la base de datos y catálogo digital, comparando los patrones de pigmentación por categorías y zonas distinguiendo entre los diferentes tipos de marcas que presenten las ballenas.

V. ÁREA DE ESTUDIO.

V.1. Laguna San Ignacio:

La Laguna de San Ignacio (Fig. 7), se encuentra en la porción media de la costa occidental de la Península de Baja California. Es una laguna costera del Desierto del Vizcaíno, por lo que forma parte de la Reserva de la Biosfera del Vizcaíno. Localizada dentro de una planicie costera, cuyas coordenadas son 26° 43' y 26° 58' de latitud norte y 113° 08' y 113° 16' de longitud oeste, está rodeada por tres cadenas montañosas, además de que su boca se encuentra protegida del océano abierto por la Isla Ana. Su costa está compuesta por playas de tipo arenoso y conglomerados de conchas, también presenta manglares, pantanos y planicies de lodo y sal (Urbán *et al.* 1996). Presenta un clima semicálido, muy seco, con una temperatura que oscila entre los 18 y 22° C. La laguna tiene una longitud de 30 km con una cuenca y un sistema de canales separados por bajos, algunos de ellos afloran con las mareas. Desde el punto de vista batimétrico se describen tres áreas; en el extremo norte la laguna es muy somera presentando un canal angosto con profundidad promedio de 5 m que va desde el angosto paso que comunica al Remate con el resto de la laguna. En el área central se encuentra un canal ancho con profundidades de 6 m, mientras que en el área sur la laguna esta dividida por varios canales presentando profundidades típicas que van de los 10 a 15 m y los bajos que separan los canales quedan descubiertos durante la marea baja, éstas mareas son semidiurnas y varían de 0.9 a 2.4 m, causando fuertes corrientes en la cuenca y canales (Winant y Gutiérrez de Velasco 1999). Al sur de Punta Piedra existe un solo canal con profundidades superiores de 20 m. Esta laguna presenta una superficie de 152 km², sin embargo solo el 57% de esta área es lo suficientemente profunda para que las ballenas hagan uso de ella (Jones y Swartz, 1984).

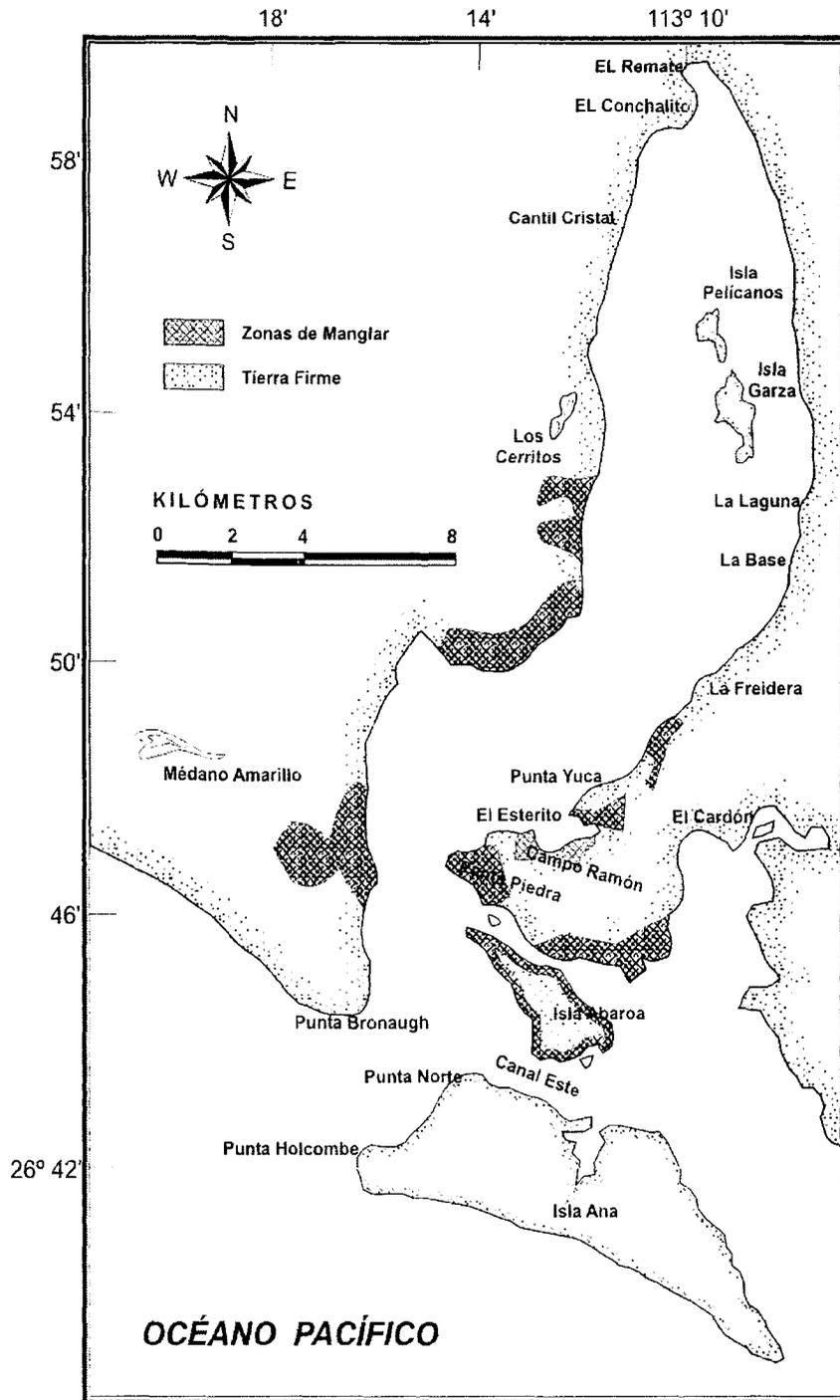


Figura 7. Mapa de la Laguna San Ignacio, B.C.S. México.

V.2. Laguna Ojo de Liebre:

Esta laguna forma parte del complejo lagunar Ojo de Liebre junto con la Laguna Guerrero Negro y Laguna Manuela. Se encuentra ubicada geográficamente entre los 27° 55' y 27° 36' de latitud norte y los 114° 19' y 113° 55' de longitud oeste. Es la laguna costera más grande de la porción occidental de la Península de Baja California presenta una superficie de 571 km² y una longitud de 48 km siguiendo una línea desde su parte central (Fig. 8). La laguna tiene una batimetría caracterizada por la presencia de canales, los cuales están ramificados y presentan una profundidad variable entre los 3 y 26 m. La región norte presenta una serie de canales con profundidades promedio de 4 m, estos se comunican con un canal con profundidad promedio de 10 m que corre a lo largo de la costa norte desde la boca de la laguna hasta el canal de El Chaparrito y un canal con profundidad promedio de 4 m que corre a lo largo de la costa este. El canal de mayor profundidad comunica la boca de la laguna con la zona del remate dirigiéndose a lo largo de la costa oeste de la laguna. Este canal tiene una profundidad de 10 a 30 m (Gutiérrez de Velasco, 2000; Urbán y Gómez-Gallardo, 2001).

El confinamiento natural de ésta laguna acentúa la gran evaporación que caracteriza a toda esta región dando como resultado que la salinidad dentro de la laguna exceda los valores encontrados en aguas adyacentes. Los valores de salinidad incrementan hacia el interior de la laguna presentando valores alrededor de 35 psu (unidades prácticas de salinidad) cerca de la boca hasta alcanzar los de 50 psu en la zona de la cabeza. Por esta razón la laguna Ojo de Liebre es considerada una laguna hipersalina (Gutiérrez de Velasco, 2000).

El clima de la laguna se puede diferenciar en dos principales Subtipos *BW hs (x')(e)* y *BW hs (e)*, que corresponden al Subtipo I y II. El Subtipo I abarca la región centro-sur y es muy seco, semicálido cuya temperatura oscila entre los 18 y 22° C. El Subtipo II corresponde a la porción centro-norte y es una franja pequeña cuyo clima es muy similar al Subtipo I excepto por el porcentaje de lluvias (Urbán y Gómez-Gallardo, 2001).

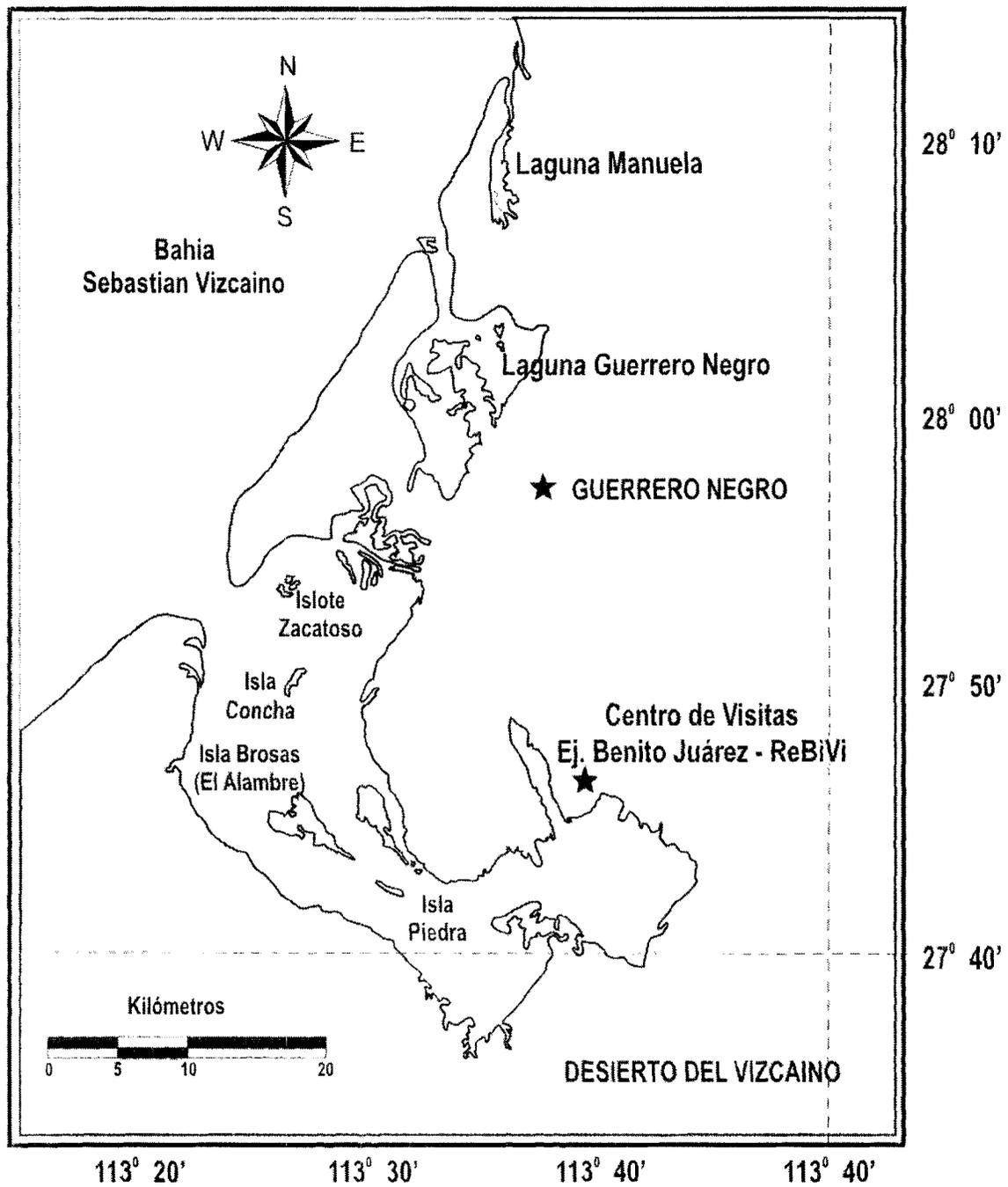


Figura 8. Mapa de la Laguna Ojo de Liebre, B.C.S. México.

VI. METODOLOGÍA.

VI.1. Foto-Identificación.

Para realizar la técnica de marcado utilizando fotografías se deben de tomar en cuenta varios pasos que van desde la toma correcta de éstas hasta la digitalización, pasando por el revelado, impresión, selección de fotos, comparación final de cada foto y formación del catálogo.

VI.1.1. Toma de fotografías:

Cuando la ballena emerge, lo primero que aparece es el dorso de la cabeza, aquí se logran observar las fosas nasales, después el lomo y por último los nódulos, estas dos últimas partes son las que nos interesan, ya que aquí se distinguen la joroba rudimentaria y las manchas que poseen, la porción anterior al pedúnculo caudal del lado derecho, donde se encuentra la joroba y los nódulos fueron fotografiadas porque es la parte más predominante y fácil de observar de la ballena y por ende se distinguen mejor los patrones de pigmentación. Las ballenas solamente sacan la aleta caudal cuando van a hacer buceos profundos y estos son más frecuentes cuando realiza la migración, mientras que en las lagunas en donde se reproducen es muy poco frecuente, posiblemente por lo somero de sus aguas.

Para la toma de fotografías se usaron cámaras profesionales reflex de 35 mm con lentes zoom de 80 a 300 mm, la velocidad del disparo fue de 1/1000 seg y las películas utilizadas durante el tiempo que duró el estudio (1996-2003) fueron ASA 400 blanco y negro.

Las fotografías fueron tomadas por un miembro de la tripulación, el cual era elegido por sus habilidades para tomar fotografías. Los demás miembros de la tripulación hacían diferentes actividades, uno de ellos registró los datos inherentes a cada avistamiento en bitácoras de campo (Anexo I y II) de las cuales se obtuvieron las referencias de las fotografías para integrar la base de datos, otro miembro de la tripulación tomó película en video de cada avistamiento que sirvió

como respaldo y referencia para dudas, mientras que el cuarto miembro de la tripulación iba manejando la embarcación tipo panga.

VI.1.2. Revelado e Impresión.

Los rollos fueron revelados en el cuarto oscuro del Laboratorio de Mamíferos Marinos de la UABCS. Estos negativos fueron revisados y seleccionados con material que se describe más adelante. Una vez seleccionadas las mejores exposiciones de cada individuo se imprimieron en papel fotográfico ILFORD Multigrade (Polycontrast Kodak) en formato de 6.5 X 17.5 cm. Al reverso de cada fotografía se anotó el número de rollo, número de foto, avistamiento, fecha, categoría y hora. El número de rollo lleva una clave para poder diferenciar a cada una de las fotos, este es:

BGLSI96-0100

donde:

BG: Ballena Gris.

LSI: localidad de la foto, en este caso es Laguna San Ignacio; para Ojo de Liebre es: LOL.

96: año de la foto.

01: número de rollo que le corresponde.

00: número de foto.

VI.1.3. Selección de fotografías del catálogo.

Una vez revelados los rollos que fueron tomados en la temporada se seleccionaron los negativos que serían impresos.

Esta selección de fotos se realizó con la ayuda de las bitácoras de campo. Estas sirven para corroborar la información de cada foto que fue impresa. Las ballenas, en su mayoría de los casos, presentan diversas fotografías en un avistamiento por lo que la información proporcionada

en las bitácoras es muy valiosa, con estos datos se supo a qué ballena van dirigidos y cuántas fotos tiene.

Por último, se procedió a escoger la mejor fotografía (la que mostraba de una manera correcta la parte del cuerpo a fotografiar) para cada avistamiento. Los negativos fueron seleccionados empleando una mesa de luz y una lupa o con un visor de negativos TAMRON FOTOVIX III-S.

Al final, se seleccionaron únicamente las fotografías con la calidad necesaria para la comparación fotográfica.

VI.1.4. Formación del catálogo fotográfico.

Una vez realizado todo lo anterior, se procedió a la formación del catálogo fotográfico, que consistió en agrupar las fotografías obtenidas. Para establecer un orden en el catálogo se separaron las fotografías por categorías (Madre con cría y solitarios). A cada ballena se le asignó un número de identificación que las ayudó a ser diferenciadas de las demás.

VI.1.5. Digitalización.

Una vez realizada la formación del catálogo fotográfico, se procedió a digitalizar las fotografías. Para esto se digitalizaron los negativos de cada una de ellas para obtener la mejor calidad. Los negativos fueron digitalizados con un scanner para negativos NIKON COOLSCAN IV ED.

Las fotografías que fueron digitalizadas se editaron con ayuda del programa ADOBE PHOTOSHOP 6.0. Programa que facilitó las ediciones correspondientes al brillo, contraste, enfoque, definición de grano y también se "suavizaron" los bordes del contorno de la ballena. Además se estandarizó la resolución de las fotografías a 600 pixeles/ pulgada.

VI.1.6. Ingreso en la Base de Datos.

El ingreso de las características de las fotografías se realizó en una base de datos, para tal fin, programada en Access de Microsoft. En este programa se incorporó toda la información que se tenía acerca de la fotografía en las bitácoras de campo. Además se eligieron tres características diagnósticas de cada una de las ballenas para poder compararlas entre si.

Para obtener acceso a la base de datos, fue necesario escribir el nombre del investigador en la página principal (Anexo IIIII, Fig. a), aparece un cuadro llamado "Gray Whale Photo ID" con diferentes opciones (Anexo IIIII, Fig. b), una de ellas nos permitió añadir las fotografías (Add new whale and photos data) a la base, así como también entrar a la hoja de registro "Whale ID Form" (Anexo IIIII, Fig. c). Aquí se ingresaron los datos de las ballenas, es decir, número de ballena, número individual de la foto y si tiene recapturas, género y algunos comentarios (Anexo IIIII, Fig. d). En ésta hoja se encuentra un vínculo (Anexo IIIII, Fig. e) para ingresar sus marcas particulares para la identificación de la ballena (Anexo IIIII, Fig. f). En esta página se tienen diferentes apartados, la fecha, localidad, si presenta o no cría, número de grupo, comentarios y las características individuales así como también una opción para insertar la fotografía mediante el botón "Add/Change Photo", La foto se puede agrandar para poder observar mejor las marcas de la ballena (Anexo III, Fig. g).

Todo lo anterior se hizo con cada una de las fotografías para poder crear la base de datos que tiene un número total de 3947 fotografías.

Una vez terminada la base de datos se revisó la lista de las fotografías que se tenían. Para realizar esto, se escogió la opción de "Select Whale or Photo" de la página principal. Hay diferentes formas de llevar a cabo la búsqueda, ya sea por investigador, por localidad, etc. (Anexo III, Fig. h).

La lista que aparece nos muestra diferentes campos de registro de cada una de las ballenas (Anexo III, Fig. i). La finalidad de mostrar esta lista es para poder observar de una manera rápida el número de fotografías que se tienen. También nos permite acceder a la forma de registro de cada una de las ballenas para poder corregir o agregar datos.

VI.1.7. Comparación.

La comparación fotográfica se llevó a cabo en la base de datos programada en Access de Microsoft. Dicha comparación nos permitió determinar los patrones de pigmentación de las ballenas ya sea por categorías o por localidad.

Para llevar a cabo dicha comparación, se escogió de la hoja principal la opción de Búsqueda de Fotografías (Search Photos) la cual tiene diferentes opciones (Anexo III, Fig. j).

Una vez escogido la forma de búsqueda de las fotografías, aparecerá una nueva hoja llamada "View and Match Photos" (Anexo III, Fig. k) donde aparece un set de fotografías con una barra de funciones que nos permitieron comparar y marcar recapturas.

Debajo de cada fotografía aparecen dos campos, el primero de ellos hace mención al número único de la fotografía y nos permitió escogerlo como candidato, mientras que el segundo se refiere al número de la ballena y nos mostró la hoja de datos de la misma. Una vez que se eligieron los candidatos (Anexo III, Fig. l), se hizo la comparación entre ellos en una nueva hoja solamente con las dos fotografías de tamaño más grande para poder observar las marcas y así determinar si son recapturas o no (Anexo III, Fig. m).

Cuando se encontró una recaptura se marcaron las fotografías y apareció una leyenda entre las dos, así cada vez que fueron escogidas, el programa nos dice que son recapturas (Anexo III, Fig. n).

Una vez terminado el procedimiento descrito anteriormente, se continuó con la búsqueda de más recapturas. Para llevar a cabo esto, se cambió de set cada vez que se terminó de

comparar todas las fotografías de dicho set. Para escoger al nuevo candidato, simplemente se prosiguió el procedimiento anterior.

VII. RESULTADOS.

El número total de fotografías que se eligieron para integrar el catálogo fotográfico es de 3,947, donde 1,437 corresponden a Laguna Ojo de Liebre para 2001, 2002 y 2003. Para Laguna de San Ignacio se eligieron 2,510 fotografías en 6 temporadas: de 1996 a 2000 y 2003.

Cada ballena que se encuentra en la base de datos ostenta al menos una de las tres características que el programa tiene y que son asignados por la persona que en ese momento esté elaborando la base de datos.

En la Figura 9 se muestra un cuadro con las características que fueron tomadas en cuenta para llevar a cabo los ejercicios de comparación y recaptura.

Most distinguishing features on photograph

Part of body photographed	Back	Which side	Right
<input type="checkbox"/> Large white patch	<input type="checkbox"/> Other colored mark	Dorsal Ridge	
<input type="checkbox"/> Medium white Patch	<input type="checkbox"/> Circular or round scar	<input type="checkbox"/> Distinct Bumps	
<input type="checkbox"/> Small white Patch	<input checked="" type="checkbox"/> Linear Scar	<input checked="" type="checkbox"/> Moderate	
<input checked="" type="checkbox"/> Mottled pattern [spots]	<input type="checkbox"/> Rake marks	<input type="checkbox"/> No bumps	
<input type="checkbox"/> Linear pattern [white/grey lines]	<input type="checkbox"/> Deformity	Search Type (See Instructions)	
<input type="checkbox"/> Other mark	Exact	All	Any
	Match	Check	Check
		Part+	Same
		Side	Part

Changes made here are permanent!!

Figura 9. Cuadro de las diferentes características de las fotografías de la ballena gris.

VII.1. Descripción de las características:

En la Figura 10 podemos observar un ejemplo de una ballena con diferentes características, la más evidente es una marca blanca grande a manera de parche, por lo que será la principal marca para su identificación.



Figura 10. Marca a manera de parche blanco grande.

En la Figura 11 se muestra a una ballena con su marca principal que son marcas blancas de tamaño mediano. Aunque tiene otras características que se pueden observar, solo se toma en cuenta la mas evidente para llevar a cabo el ejercicio de comparación y recaptura.



Figura 11. Marca a manera de parche blanco mediano.

Otro tipo de marca es un parche blanco pero de tamaño pequeño en comparación con los otros dos tipos de parche. En la Figura 12 se observa esta característica. En esta ballena es muy fácil distinguir una marca de este tipo porque el lomo es muy oscuro.



Figura 12. Marca a manera de parche blanco chico.

El tipo de marca que más se repite en la base de datos es el que se muestra en la Figura 13 y es el patrón de coloración que es marcado como "spots" o "motas". En este ejemplo

podemos observar el lomo cubierto por manchas blancas pequeñas, de forma redonda y en gran cantidad.



Figura 13. Patrón de coloración: Marca a manera de motas.

El patrón de coloración lineal también fue abundante en las ballenas de la base de datos. La Figura 14 nos muestra este patrón de manera muy evidente. Se logra observar dos líneas blancas con algunos parches blancos y otro tipo de marca.



Figura 14. Patrón de coloración: Marca a manera de líneas blancas.

Algunas marcas no tienen forma ni color definidos por lo que son llamadas "otro tipo de marca de color" y no fueron muy repetitivas en la base de datos. Sin embargo si hubo algunos ejemplos de esta característica. En la Figura 15 se observa una mancha grande pero no es blanca, esta formada por diferentes tipos de marcas como son las motas, líneas blancas y algunos pequeños parches.



Figura 15. Patrón de coloración: Marca a manera de otro tipo de marca de color.

La Figura 16 es un ejemplo de una cicatriz circular o redonda muy evidente. Es posible que la cicatriz sea el resultado de un intento con arpón.



Fig. 16: Marca a manera de cicatriz circular.

Gordon y Baldrige (1991) mencionan que el tipo de alimentación que presenta esta especie es la de "dragar" o dar grandes bocanadas del fondo marino preferentemente del lado derecho, esto está basado en diversos avistamientos principalmente en los mares de Bering y Chukchi, además de diferentes observaciones de las barbas, las cuales están más desgastadas de ese lado. Por lo anterior es común que presenten cicatrices lineales en los lomos. En la Figura 17 podemos observar un ejemplo de este tipo de cicatrices.



Figura 17. Marca a manera de cicatriz lineal.

Las ballenas grises, con excepción de los humanos, tienen pocos depredadores, siendo uno de ellos la orca (*Orcinus orca*). Las orcas cazan diferentes presas de sangre caliente, entre las que está la ballena gris ya sean añeros o en su etapa juvenil (Gordon y Baldrige, 1999). El resultado de dicha interacción son en algunos casos la muerte, sin embargo los individuos que no son cazados llegan a presentar marcas en diferentes partes del cuerpo, ya sea en el lomo o en la aleta caudal. Estas marcas son fácilmente reconocidas ya que su forma es muy peculiar, son en forma red. En la Figura 18 podemos observar este tipo de marcas.



Figura 18. Marca de dientes "Rake marks".

Conforme las ballenas interactúan con los humanos, algunas veces sufren heridas muy pronunciadas, estas pueden estar hechas por diferentes razones y objetos. La Figura 19 es un ejemplo de una deformación realizada al parecer por una quilla de barco y se puede observar la herida que tiene en el dorso del cuerpo. Éste tipo de heridas pronunciadas serán catalogadas en la base de datos como deformaciones.



Figura 19. Marca a manera de herida pronunciada (deformidad).

Los nódulos también juegan un papel importante, ya que una combinación de la forma de éstos con el resto de las marcas, dan patrones muy característicos de cada ballena.

Dependiendo de su forma se pueden clasificar en tres tipos: los nódulos muy evidentes, moderados y no visibles. En la Figura 20 podemos observar un ejemplo en el cual se logran percibir de una manera muy evidente los nódulos que tiene esta ballena.



Figura 20. Patrón de nódulos: muy evidentes.

Los nódulos que son moderadamente visibles fueron los más abundantes en la base de datos. La Figura 21 es un ejemplo de este tipo de nódulos. Aquí se pueden observar cerca de 3 nódulos evidentes de manera moderada, además esta ballena tiene muchas cicatrices lineales, lo que hace que su identificación sea de manera más sencilla.



Figura 21. Patrón de nódulos: moderadamente visibles.

En algunas ocasiones los nódulos no son muy visibles o no visibles por lo que la región dorsal de la ballena se observa totalmente liso. En la Figura 22 podemos observar como el lomo después de la joroba está totalmente liso, por lo que no se logran observar a los nódulos.



Figura 22. Patrón de nódulos: no evidentes.

VII.2. Comparación de las características:

A continuación se muestran los resultados obtenidos de la comparación de las diferentes características que muestran las ballenas, que fueron realizados dentro de y entre cada una de las lagunas diferenciando entre categorías.

Encontramos que en cuanto al porcentaje de ballenas que se encontraron en cada laguna, tenemos la mayor abundancia para Laguna San Ignacio con 2,510 mientras que Laguna Ojo de Liebre tuvo un número total de ballenas observadas de 1,437 (Fig. 23). Cabe mencionar que estos resultados se ven afectados porque el número de temporadas invernales no fueron las mismas, ya que mientras para la laguna de San Ignacio fueron 6, para la laguna Ojo de Liebre solamente fueron 3.

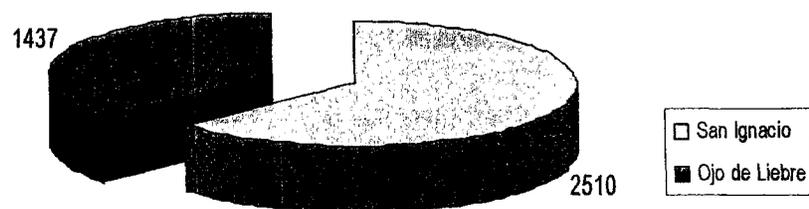


Fig. 23: Número total de ballenas fotografiadas.

Los resultados que obtuvimos con respecto al número de fotografías por categorías y por zonas, tenemos que en la laguna de San Ignacio los solitarios (de aquí en adelante se mencionaran como Sol) fueron los más abundantes, mientras que en la laguna de Ojo de Liebre las Madres con cría (de aquí en adelante se mencionaran como Mc) fueron la categoría con mayor número de representantes (Tabla I). Esto nos muestra que la laguna de San Ignacio es una laguna con un número muy alto de solitarios, por lo que en contraste con Ojo de Liebre, ésta tiene una dinámica mayor en cuanto entrada y salida de Sol.

Tabla I: Número total de fotografías por categoría y por zona.

	Madres con cría (Mc)	Solitarios (Sol)	Total
Laguna San Ignacio	1036	1474	2510
Laguna Ojo de Liebre	991	446	1437
Total	2027	1920	3947

Para la laguna San Ignacio, ambas categorías tienden a un patrón teniendo como más abundante en el tipo de marcas a "Parche blanco chico" (Fig. 24a) seguido de "otra marca de color" y esto fue porque estos dos patrones son muy similares ya que son de tamaño parecido pero el color y forma son diferentes; en tipo de cicatrices, la cicatriz lineal, la cual es la más característica por el tipo de alimentación de esta especie, fue la diagnóstica (Fig. 24b); mientras que para el tipo de nódulos, el patrón fue el de "moderadamente visibles" (Fig. 24c).

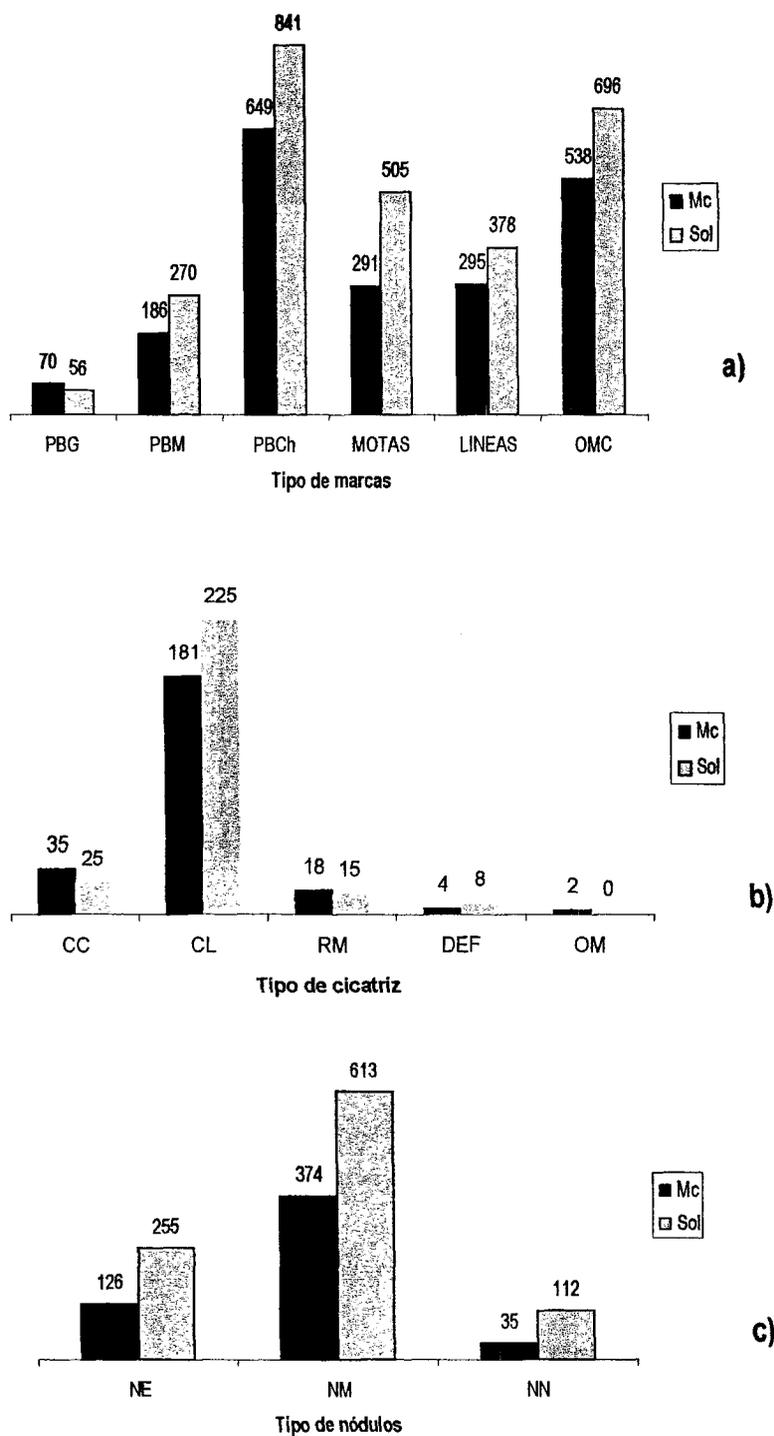


Figura 24. Patrón dominante en ambas categorías de las ballenas en la laguna San Ignacio. (a) nos muestra los distintos tipos de marcas: PBG: Parche blanco grande, PBM: Parche blanco mediano, PBCh: Parche blanco chico y OMC: Otra marca de color. (b) tipos de cicatrices: CC: cicatriz circular, CL: cicatriz lineal, RM: Rake marks, DEF: deformidad y OM: otra marca. (c) tipos de nódulos: NE: nódulo evidente, NM: nódulo moderado y NN: no nódulo.

Para Laguna Ojo de Liebre, las categorías tienden hacia el mismo patrón: "Parche blanco chico" (Fig. 25a), "cicatriz lineal" (Fig. 25b) y "nódulos moderados" (Fig. 25c). Sin embargo observando detenidamente la gráfica (b) podemos observar que en el apartado de tipo de cicatrices tienen muy pocos representantes, pero las cicatrices en forma circular resaltan ya que prácticamente no hay ballenas con ese patrón. Esto nos puede llevar a una conclusión del porque esta laguna es un lugar con alto número de madres con cría.

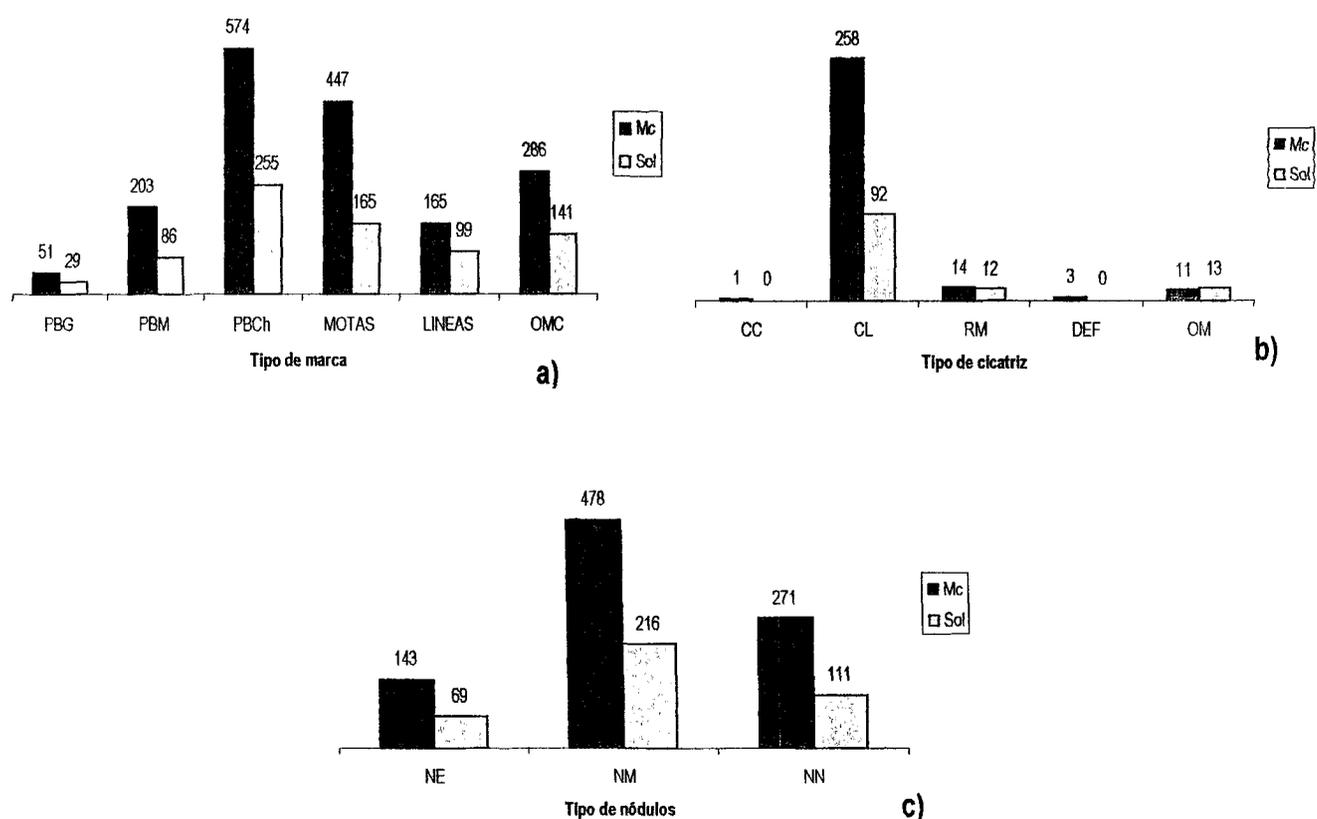


Figura 25. Patrón dominante en ambas categorías de las ballenas en la laguna Ojo de Liebre. (a) nos muestra los distintos tipos de marcas: PBG: Parche blanco grande, PBM: Parche blanco mediano, PBCh: Parche blanco chico y OMC: Otra marca de color. (b) tipos de cicatrices: CC: cicatriz circular, CL: cicatriz lineal, RM: Rake marks, DEF: deformidad y OM: otra marca. (c) tipos de nódulos: NE: nódulo evidente, NM: nódulo moderado y NN: no nódulo.

VIII. CONCLUSIONES.

El programa facilita el trabajo ya que cada ballena tiene información individual y mediante la hoja de "search photo" la cual nos indica que pongamos las características a buscar, obtenemos fotos de diferentes ballenas con patrones similares de marcas.

De acuerdo con Würsig *et al.* (1990) y con lo desarrollado aquí, podemos observar que los requerimientos para una foto-identificación de ballenas barbadas como dentadas son las mismas que para los pequeños cetáceos.

La foto-identificación de cetáceos es una herramienta poderosa y relativamente benigna, esto ha quedado demostrado en numerosos artículos así como en el presente estudio.

Así mismo, esta técnica, continuará siendo mejorada mediante otras técnicas así como el avance tecnológico, por lo que podemos pensar que no ha alcanzado todo el potencial que puede llegar a tener. Sin embargo, se debe de utilizar con otros procedimientos que nos den información para poder complementar los datos obtenidos con ésta técnica de marcaje.

IX. LITERATURA CITADA.

- Bain, D. 1990. Examining the validity of inferences drawn from Photo-Identification data, with special reference to studies of the Killer Whale (*Orcinus orca*) in British Columbia. 93-100. In: Hammond, P. S., S. A. Mizroch y G. P. Donovan (Eds). *Individual Recognition of Cetaceans: Use of photo-identification and other Techniques to Estimate Population Parameters*. International Whaling Commission. Special Issue 12. Cambridge, U. K. 440 pp.
- Best, P. B. y L. G. Underhill. 1990. Estimating population size in Southern Right Whales (*Eubalaena australis*) using naturally marked animals. 183-189. In: Hammond, P. S., S. A. Mizroch y G. P. Donovan (Eds). *Individual Recognition of Cetaceans: Use of photo-identification and other Techniques to Estimate Population Parameters*. International Whaling Commission. Special Issue 12. Cambridge, U. K. 440 pp.
- Bryant, P. J. y C. M. Lafferty. 1980. The gray whales of Laguna Guerrero Negro. *Whalewatcher* 14 (4): 3-5 pp.
- Busch, R. H. 1998. *Gray whales. Wandering giants*. Orca Book Publishers. Canada. 137pp.
- Calambokidis, J., J. R. Evenson, G. H. Steiger y S. J. Jeffries. 1994. *Gray whales of Washington State: Natural history and photographic catalog*. Cascadia Research Collective, Olympia, Washington. USA. 60 pp.
- Carlson, C. A., C. A. Mayo y H. Whitehead. 1990. Changes in the ventral fluke pattern of the Humpback Whale (*Megaptera novaeangliae*), and its effect on matching; Evaluation of its significance to photo-identification research. 105-111. In: Hammond, P. S., S. A. Mizroch y G. P. Donovan (Eds). *Individual Recognition of Cetaceans: Use of photo-identification and other Techniques to Estimate Population Parameters*. International Whaling Commission. Special Issue 12. Cambridge, U. K. 440 pp.
- Darling, J. D. 1984. Gray whales off Vancouver Island, British Columbia. 267-286pp. In: M. L. Jones, S. L. Swartz y S. Leatherwood, (Eds). *The Gray whale, Eschrichtius robustus*. Academic Press, USA.
- Glockner-Ferrari, D. A. y M. J. Ferrari. 1990. Reproduction in the Humpback Whale (*Megaptera novaeangliae*) in Hawaiian waters, 1975-1988: the life history, reproductive rates and behavior of known individuals identified through surface and underwater photography. 161-169. In: Hammond, P. S., S. A. Mizroch y G. P. Donovan (Eds). *Individual Recognition of Cetaceans: Use of photo-identification and other Techniques to Estimate Population Parameters*. International Whaling Commission. Special Issue 12. Cambridge, U. K. 440 pp.
- Goerlitz, D. S., J. Urbán, L. Rojas-Bracho, M. Belson y C. M. Schaeff. 2003. Mitochondrial DNA variation among Eastern North Pacific gray whales (*Eschrichtius robustus*) on winter breeding grounds in Baja California. *Can. J. Zool.* 81: 1965-1972pp.
- Gordon, D. y A. Baldrige. 1999. *Gray Whales*. Monterey Bay Aquarium Foundation. U.S.A. 64 pp.
- Gutiérrez de Velasco, G. 2000. *Análisis de la circulación y las condiciones físicas de la Laguna Ojo de Liebre, B.C.S. con relación a la mortandad de Tortugas Marinas durante Diciembre de 1997*. Informe final para la Compañía Exportadora de Sal, ESSA. México. 44 pp.
- Hansen, L. J. y R. H. Defran. 1990. A comparison of photo-identification studies of California coastal bottlenose dolphins. 101-104. In: Hammond, P. S., S. A. Mizroch y G. P. Donovan (Eds). *Individual Recognition of Cetaceans: Use of photo-identification and other Techniques to Estimate Population Parameters*. International Whaling Commission. Special Issue 12. Cambridge, U. K. 440 pp.

- Hatler, D. F. y J. D. Darling. 1974. Recent observations of the gray whale in British Columbia. *Can. Field. Nat.* 88, 449-459.
- International Whaling Commission. 1990. Report on the workshop on individual recognition and the estimation of cetacean population parameters. 3-40. In: Hammond, P. S., S. A. Mizroch y G. P. Donovan (Eds). *Individual Recognition of Cetaceans: Use of photo-identification and other Techniques to Estimate Population Parameters*. International Whaling Commission. Special Issue 12. Cambridge, U. K. 440 pp.
- Jaramillo, A. M. 1995. Relación entre las agregaciones invernales del rorcual jorobado (*Megaptera novaeangliae*) en el Pacífico Mexicano, en base a la foto-identificación y morfología caudal. *Tesis de Licenciatura*. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 51 pp.
- Jurasz, C. M. y V. P. Jurasz. 1978. Humpback whales in southeastern Alaska. *Alaska Geo.* 5 (4): 116-127.
- Jones, M.L. 1990. The reproductive cycle in Gray whales based on photographic resightings of females on the breeding grounds from 1977-82. 177-182 In: Hammond, P. S., S. A. Mizroch y G. P. Donovan (Eds). *Individual Recognition of Cetaceans: Use of photo-identification and other Techniques to Estimate Population Parameters*. International Whaling Commission. Special Issue 12. Cambridge, U. K. 440 pp.
- Jones, M. L. y S. L. Swartz. 1984. Demography and phenology of Gray whales and evaluation of whale-watching activities in Laguna San Ignacio, Baja California Sur, México. 309-372pp. In: M. L. Jones, S. L. Swartz y S. Leatherwood, (Eds). *The Gray whale, Eschrichtius robustus*. Academic Press, USA.
- Katona, S., S. Baxter, O. Brazer, S. Kraus, J. Perkins y H. Whitehead. 1979. Identification of humpback whales by fluke photographs. In: H. E. Winn y B. L. Olla (Eds). *Behavior of marine animals-currents perspectives in research. Vol. 3 Cetaceans*. Plenum press, New York.
- Kraus, S. y S. Katona. 1977. *Humpback whales in the western north Atlantic - a catalogue of identified individuals*. College of the Atlantic. Bar Harbor, Maine. 26pp.
- Le Boeuf, B. J., H. Perez-Cortéz, J. Urbán, B. R. Mate y F. Ollervides. 1999. High gray whale mortality and low recruitment in 1999: potential causes and implications. *J. Cetacean Res. Manage.* 2 (2): 85-99 pp.
- Leatherwood, J. S. 1974. Aerial observations of migrating gray whales, *Eschrichtius robustus*, off southern California, 1969-1972. MFR Paper 1055. *Mar. Fish. Rev.* 36 (4): 45-49.
- Miller, E. J. 1990. Photo-identification techniques applied to Dall's Porpoise (*Phocoenoides dalli*) in Puget Sound, Washington. 429-437. In: Hammond, P. S., S. A. Mizroch y G. P. Donovan (Eds). *Individual Recognition of Cetaceans: Use of photo-identification and other Techniques to Estimate Population Parameters*. International Whaling Commission. Special Issue 12. Cambridge, U. K. 440 pp.
- Miyashita, T., T. Kasuya y K. Mori. 1990. An examination of the feasibility of using photo-identification techniques for a Short-Finned pilot whale stock off Japan. 425-428. In: Hammond, P. S., S. A. Mizroch y G. P. Donovan (Eds). *Individual Recognition of Cetaceans: Use of photo-identification and other Techniques to Estimate Population Parameters*. International Whaling Commission. Special Issue 12. Cambridge, U. K. 440 pp.
- Rice, D. y A. A. Wolman. 1971. *The life history and ecology of the Gray whale (Eschrichtius robustus)*. The American Society of Mammalogists. USA. 142 pp.
- Sauer, E. G. F. 1963. Courtship and copulation of the gray whale in the Bering Sea at St. Lawrence Island, Alaska. *Psychol. Forsch.* 37: 157-174.
- Sears, R., J. M. Williamson, F. W. Wenzel, M. Bérubé, D. Gendron y P. Jones. 1990. Photographic identification of the blue whale (*Balaenoptera musculus*) in the Gulf of St.

- Lawrence, Canada. 335-342. *In*: Hammond, P. S., S. A. Mizroch y G. P. Donovan (Eds). *Individual Recognition of Cetaceans: Use of photo-identification and other Techniques to Estimate Population Parameters*. International Whaling Commission. Special Issue 12. Cambridge, U. K. 440 pp.
- Swartz, S. L. y M. L. Jones. 1978. The evaluation of human activities on gray whales, *Eschrichtius robustus*, in Laguna San Ignacio, Baja California México. *US. NTIS PB Rep. PB 289737*, 1-34.
- Swartz, S. L. y M. L. Jones. 1981. Demographic studies and habitat assessment of gray whales (*Eschrichtius robustus*) in Laguna San Ignacio, Baja California, México. *US. NTIS PB Rep. PB 82-123373*, 1-56.
- Urbán, J., A. Gomez-Gallardo y M. Palmeros. 1996. La Ballena Gris en Laguna San Ignacio y Bahía Ballenas, B.C.S., México. Informe final. U.A.B.C.S. México. 62 pp.
- Urbán, J. 2000. Familia Eschrichtidae. 655-659 pp. *In*: S. T. Alvarez-Castañeda y J. L. Patton (Eds). *Mamíferos del noroeste de México II*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. México.
- Urbán, J. y A. Gomez-Gallardo. 2000. La Ballena Gris en Laguna San Ignacio y Bahía Ballenas, B.C.S., México. Informe final. U.A.B.C.S. México. 50 pp.
- Urbán, J. y A. Gomez-Gallardo. 2001. La Ballena Gris en Laguna Ojo de Liebre, B.C.S., México. Temporada invernal 2001. Informe final. U.A.B.C.S. México. 40 pp.
- Whitehead, H. 1990. Computer assisted individual identificación of Sperm whale flukes. 71-77. *In*: Hammond, P. S., S. A. Mizroch y G. P. Donovan (Eds). *Individual Recognition of Cetaceans: Use of photo-identification and other Techniques to Estimate Population Parameters*. International Whaling Commission. Special Issue 12. Cambridge, U. K. 440 pp.
- Winant, C. y G. Gutiérrez de Velasco. 1999. *Impacto del desarrollo de los Salitrales de San Ignacio sobre las corrientes y propiedades del agua de la Laguna San Ignacio, B.C.S.* Reporte técnico final. Scripps Institution Of Oceanography, La Jolla, California. U.S.A. 59pp.
- Würsig, B. y T. A. Jefferson. 1990. Methods of photo-identification for small cetaceans. 43-52. *In*: Hammond, P. S., S. A. Mizroch y G. P. Donovan (Eds). *Individual Recognition of Cetaceans: Use of photo-identification and other Techniques to Estimate Population Parameters*. International Whaling Commission. Special Issue 12. Cambridge, U. K. 440 pp.
- Yuanyu, H., Z. Xiangfeng, W. Zhuo y W. Xiaoqiang. 1990. A note on the feasibility of using Photo-identification Techniques to study the Bají, *Lipotes vexillifer*. 439-440. *In*: Hammond, P. S., S. A. Mizroch y G. P. Donovan (Eds). *Individual Recognition of Cetaceans: Use of photo-identification and other Techniques to Estimate Population Parameters*. International Whaling Commission. Special Issue 12. Cambridge, U. K. 440 pp.

ANEXOS.

PROGRAMA DE INVESTIGACION DE MAMÍFEROS MARINOS
PRIMMA - *Universidad Autónoma de Baja California Sur*
Bitácora General de Navegaciones

FECHA	HOJA No.	EMBARCACIÓN	
HORA	POSICION	ACTIVIDAD	OBSERVACIONES

Anexo I. Bitácora general de navegaciones del Laboratorio de Mamíferos Marinos U.A.B.C.S.

PROGRAMA DE INVESTIGACION DE MAMIFEROS MARINOS - PROYECTO BALLENA GRIS
BITACORA DE AVISTAMIENTOS Y BIOPSIAS

UABCS

FECHA _____ NO. AVISTAMIENTO _____ HORA INICIAL _____ EMBARCACIÓN _____
 POSICIÓN _____ HORA FINAL _____ ANOTADOR _____

BEAUFORT _____ VISIBILIDAD _____ NUBOSIDAD _____ VIENTO _____

FOTOGRAFO _____ CAMARA _____ ROLLO _____ FOTOS _____
 FOTOGRAFO _____ CAMARA _____ ROLLO _____ FOTOS _____
 VIDEO _____ NO ANIMALES _____ SOLITARIOS _____ MADRE-CRIA _____

MC _____ S _____ VIDEO _____		No. BIOPSIA _____ DISPARO _____ C (M) _____ REACCION _____
IZQUIERDA FOTOS _____ ROLLO _____	DERECHA FOTOS _____ ROLLO _____	
MC _____ S _____ VIDEO _____		No. BIOPSIA _____ DISPARO _____ C (M) _____ REACCION _____
IZQUIERDA FOTOS _____ ROLLO _____	DERECHA FOTOS _____ ROLLO _____	
MC _____ S _____ VIDEO _____		No. BIOPSIA _____ DISPARO _____ C (M) _____ REACCION _____
IZQUIERDA FOTOS _____ ROLLO _____	DERECHA FOTOS _____ ROLLO _____	
MC _____ S _____ VIDEO _____		No. BIOPSIA _____ DISPARO _____ C (M) _____ REACCION _____
IZQUIERDA FOTOS _____ ROLLO _____	DERECHA FOTOS _____ ROLLO _____	

OBSERVACIONES

Anexo II. Bitácora de avistamientos y biopsias de ballena gris del Laboratorio de Mamíferos Marinos U.A.B.C.S.

ANEXO III.

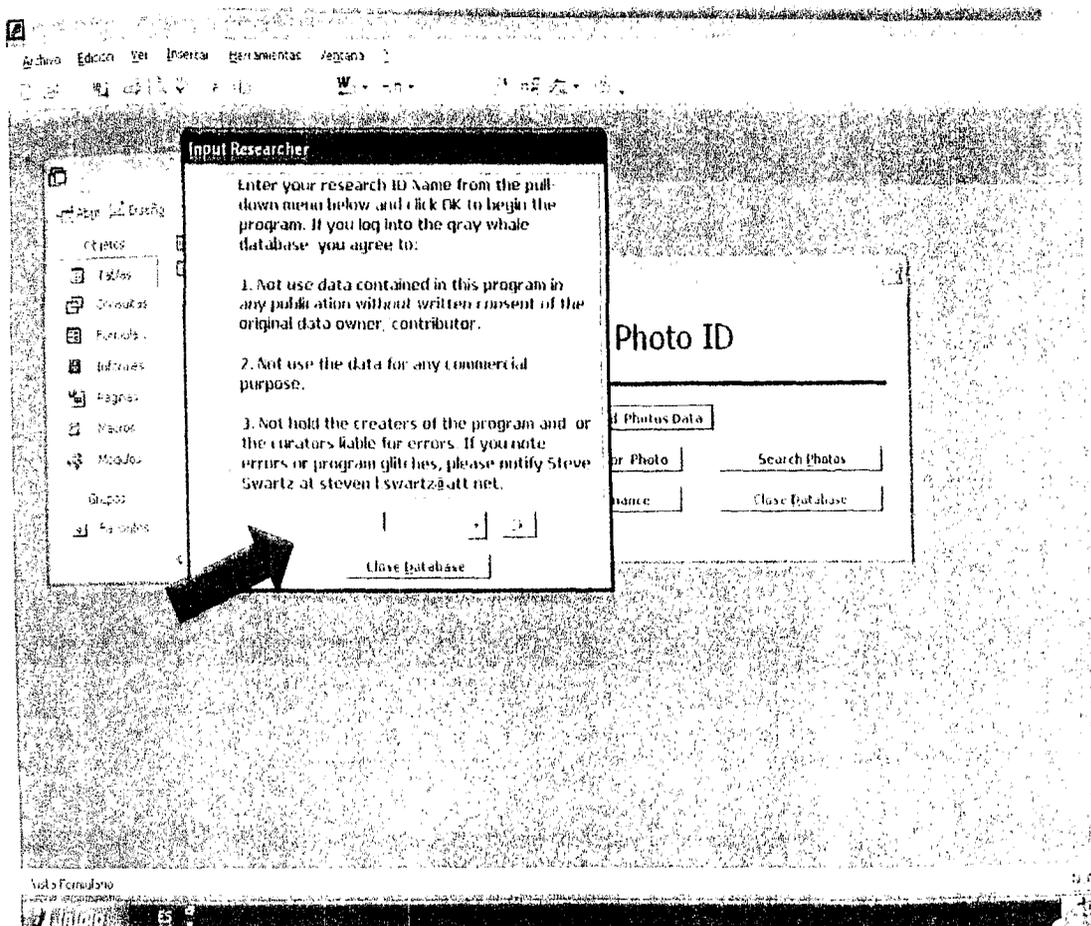


Fig. a: Página principal de la base de datos "Whale Photo ID".

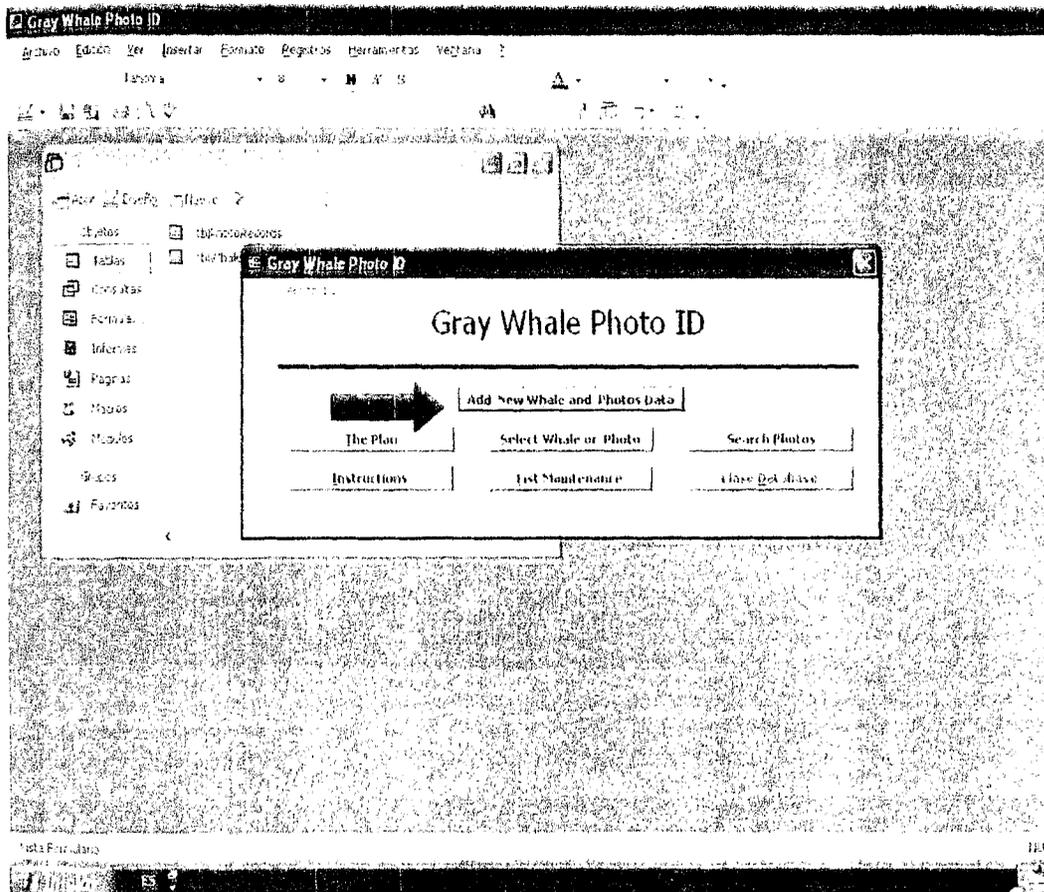


Fig. b: "Gray Whale Photo ID".

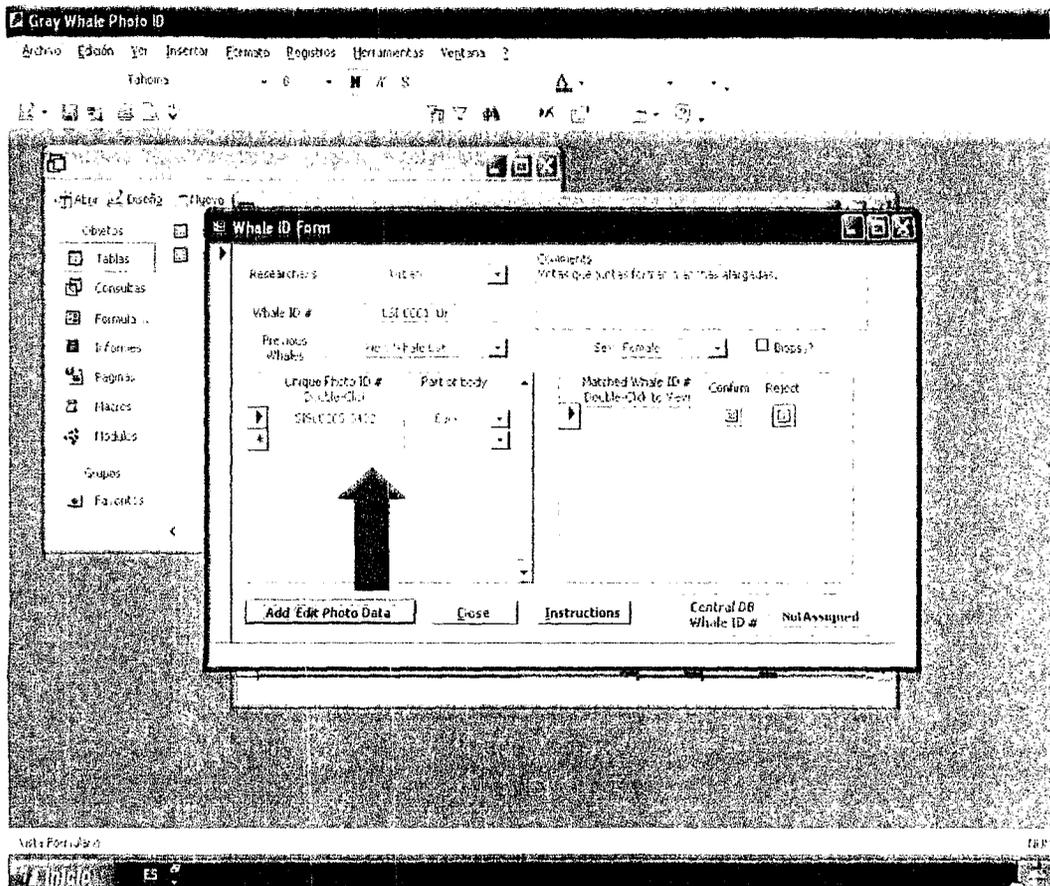


Fig. d: "Whale ID Form" con datos.

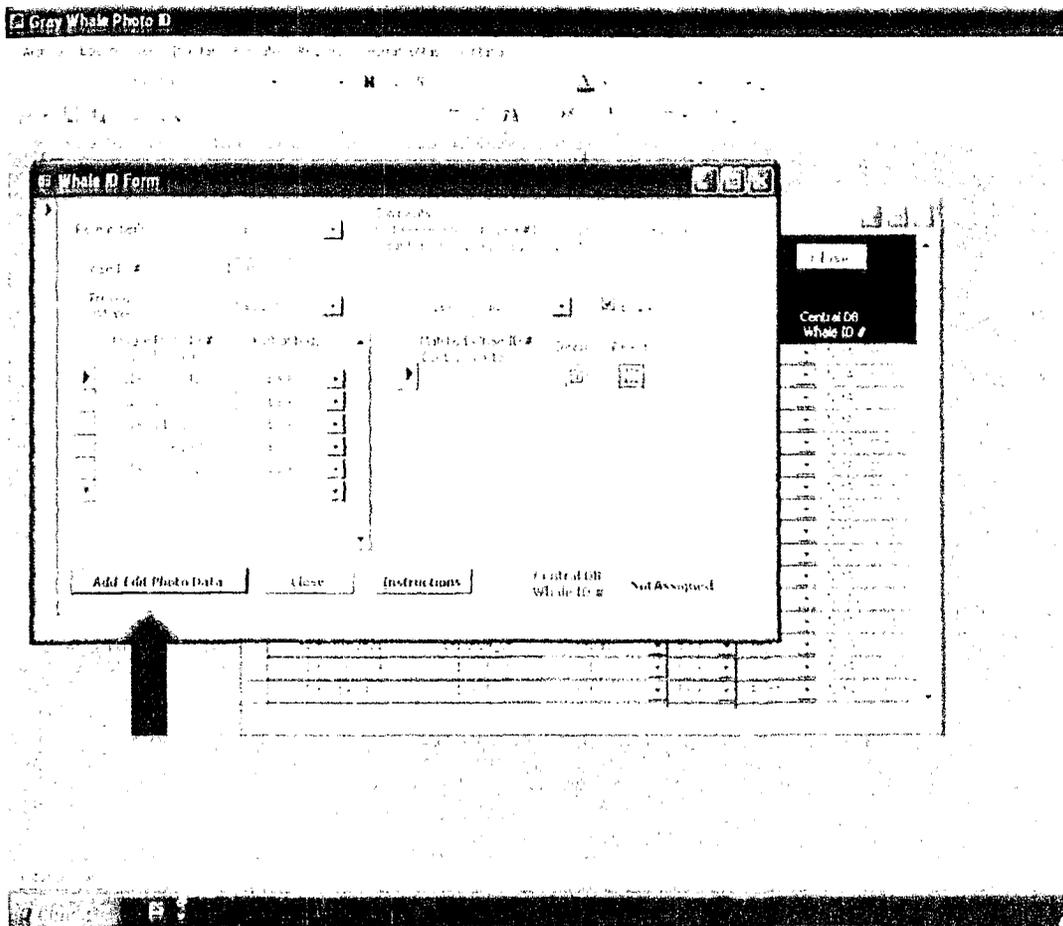


Fig. e: "Whale ID Form" con recapturas.

Gray Whale Photo ID

Archivo Edición Ver Insertar Formato Referencias Herramientas Ventanas

Tabla

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

Photo Data

Researcher: [Name] Photographer's: [Name] Whale ID Number: [Number] Photo ID #: [Number]

Date of Photo: 08/02/1998 Location of Photo: San Ignacio Lagoon

Call Present? Group Size: [Number] **Add Change-Photo** Double-Click to enlarge

Most distinctive body features (if applicable):

Part of body photographed: [Dropdown] Which side: [Dropdown]

Large white patch
 Medium white patch
 Small white patch
 Mottled pattern (spots)
 Linear pattern (white/grey lines)

Other colored marks
 Circular or round scar
 Linear scar
 Rake marks
 Difficulty

Dorsal Ridge
 Lutting Blunt
 Moderate
 No blunps

Search type: [Dropdown]

Exact
 All
 Any
 Part
 Same

Match
 Check
 Check
 Side
 Part

Changes made here are permanent

Comments: [Text Area]

Double-Click to view matching photo

Matched Photo ID#: [Number]

Search for Matches

Instructions

Close

signed

Date of Photo: 08/02/1998

Photo ID #: [Number]

Design - Panel

Fig. f: "Photo Data". Hoja de datos de la foto.

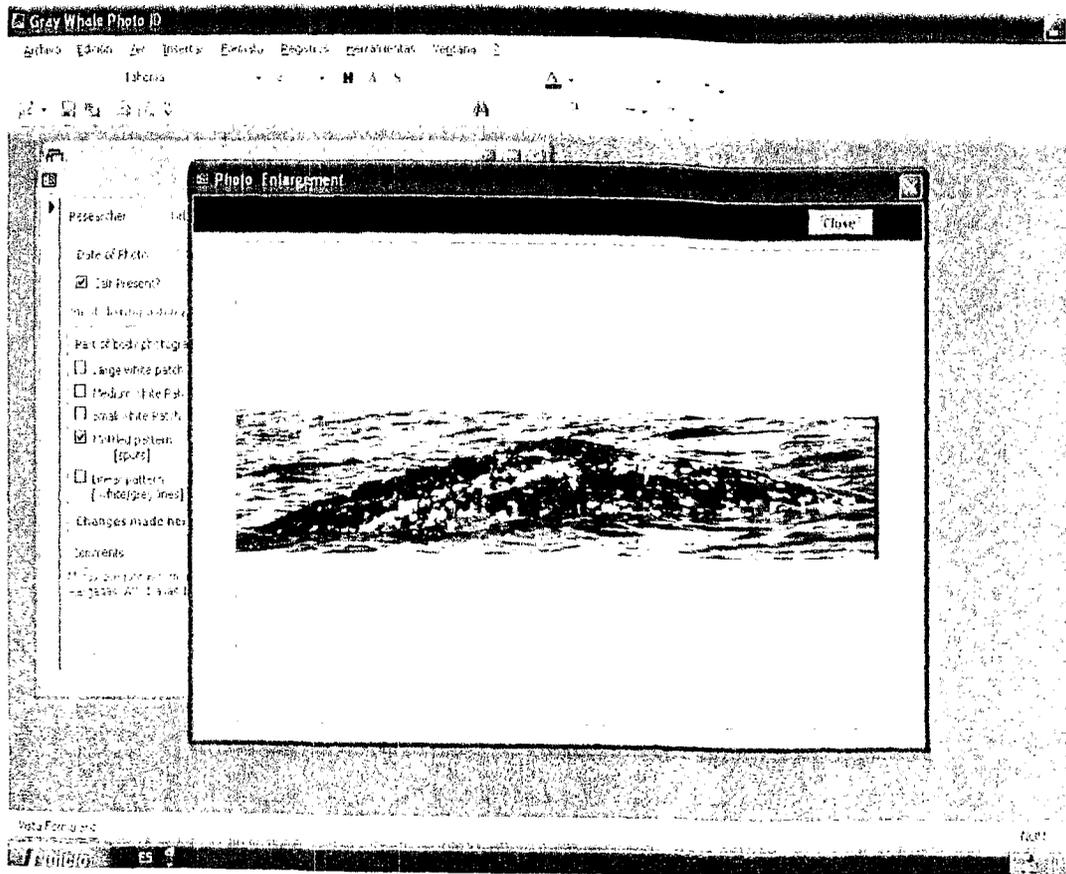


Fig. g: "Photo Enlargement".

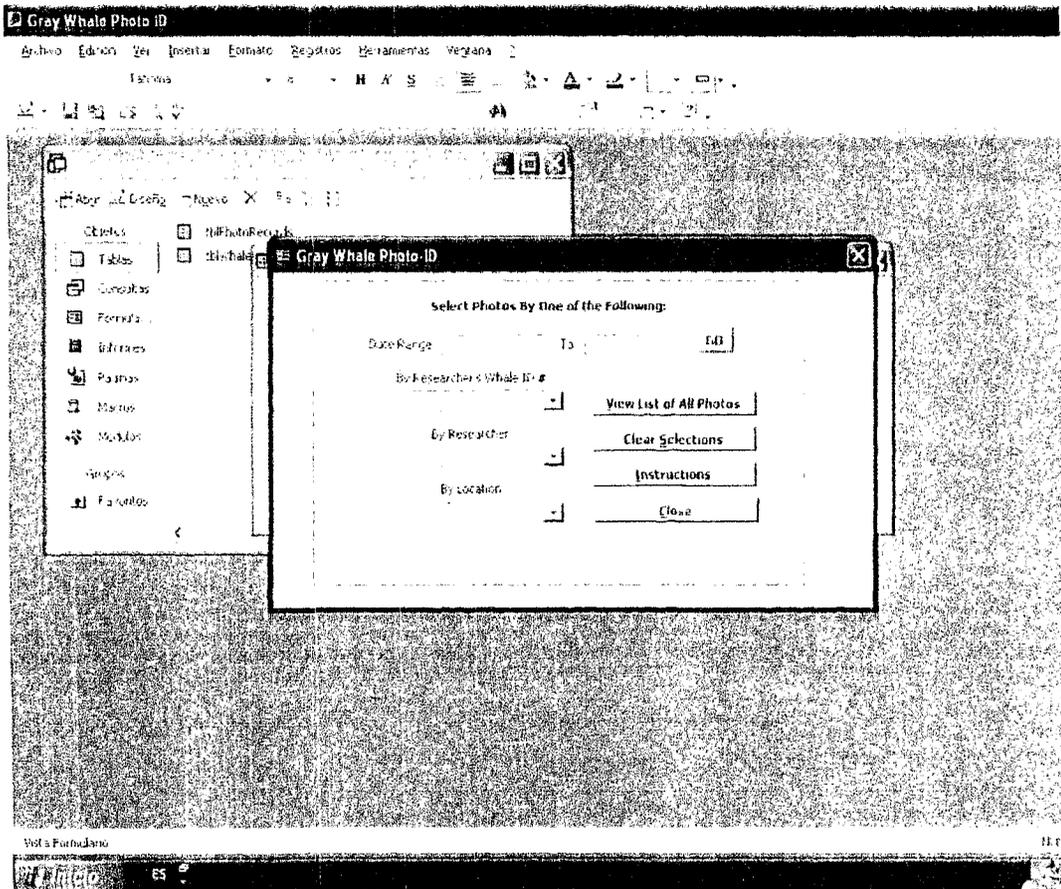


Fig. h: "Select Whale".

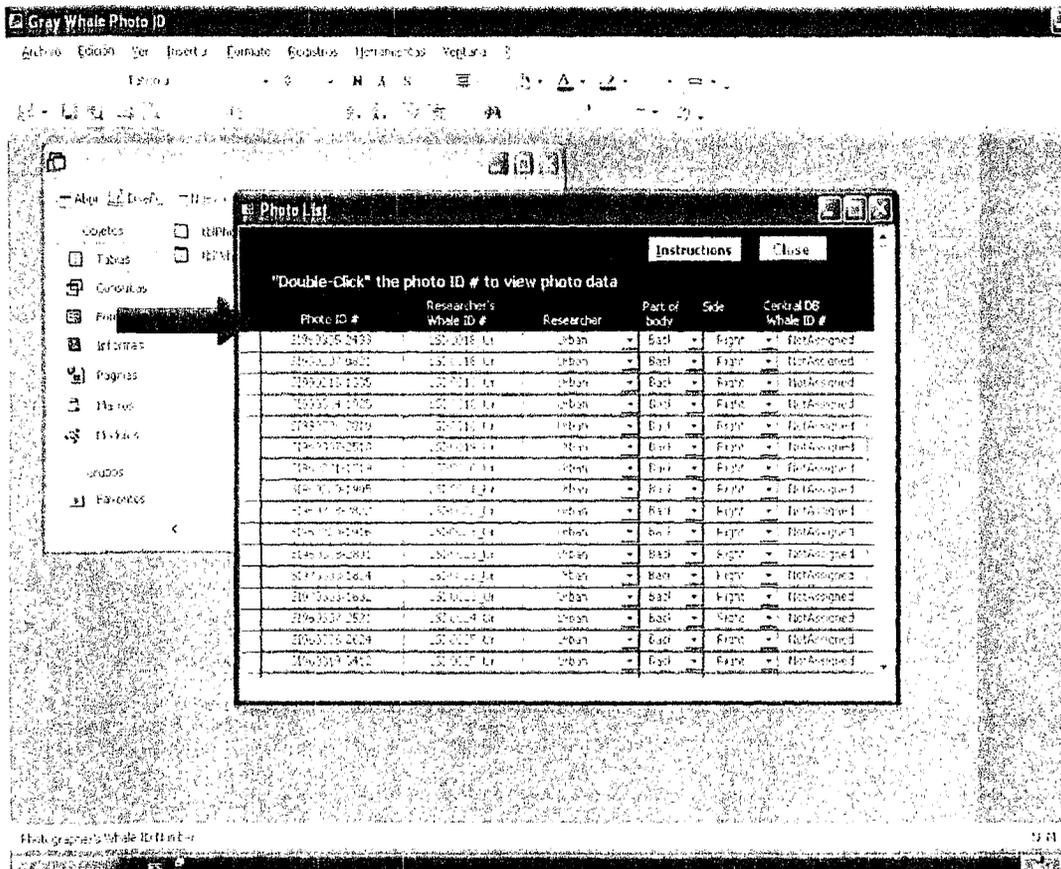


Fig. 1: "Photo List".

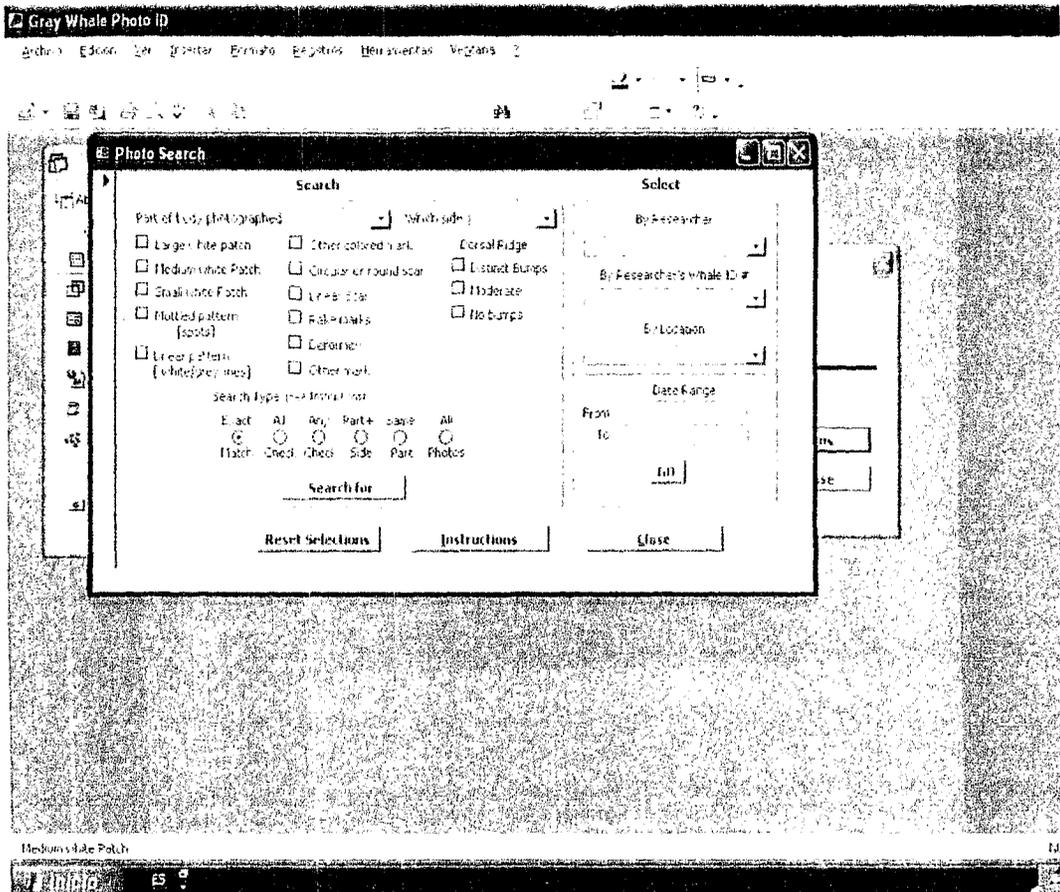


Fig. j: "Photo Search".

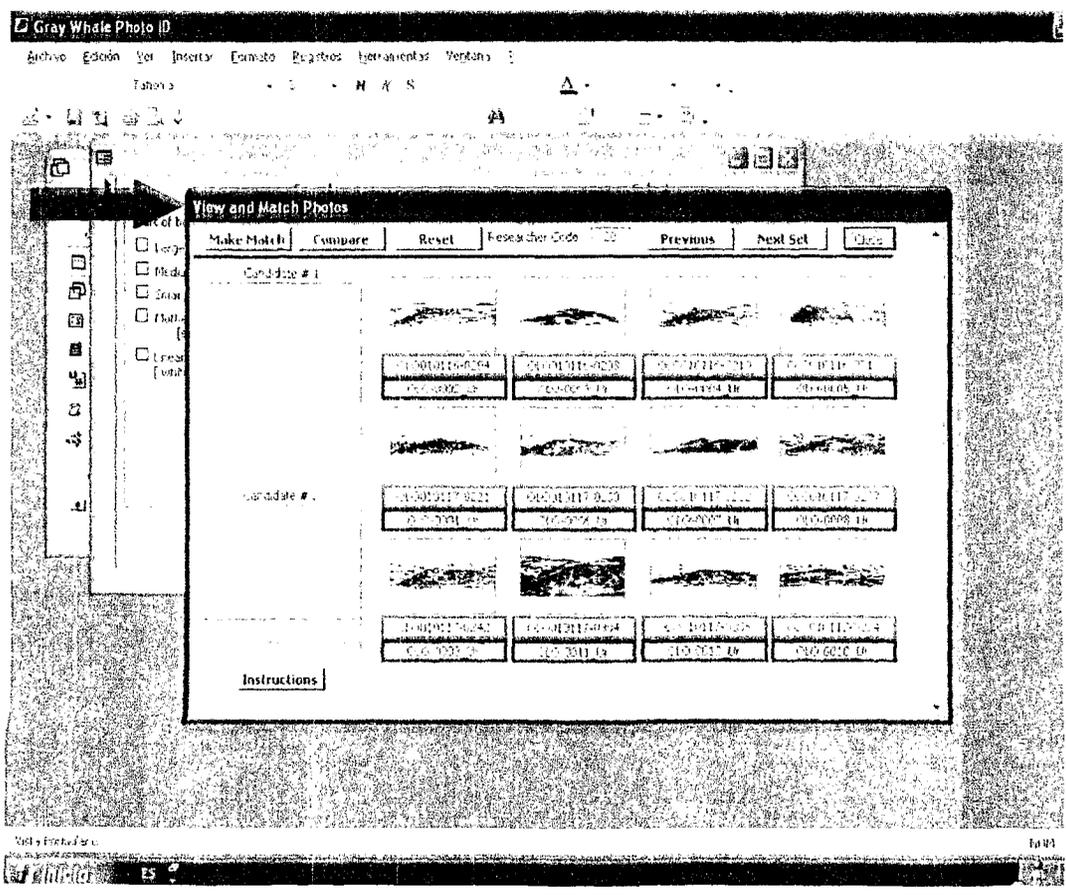


Fig. k: "View and Match Photos".

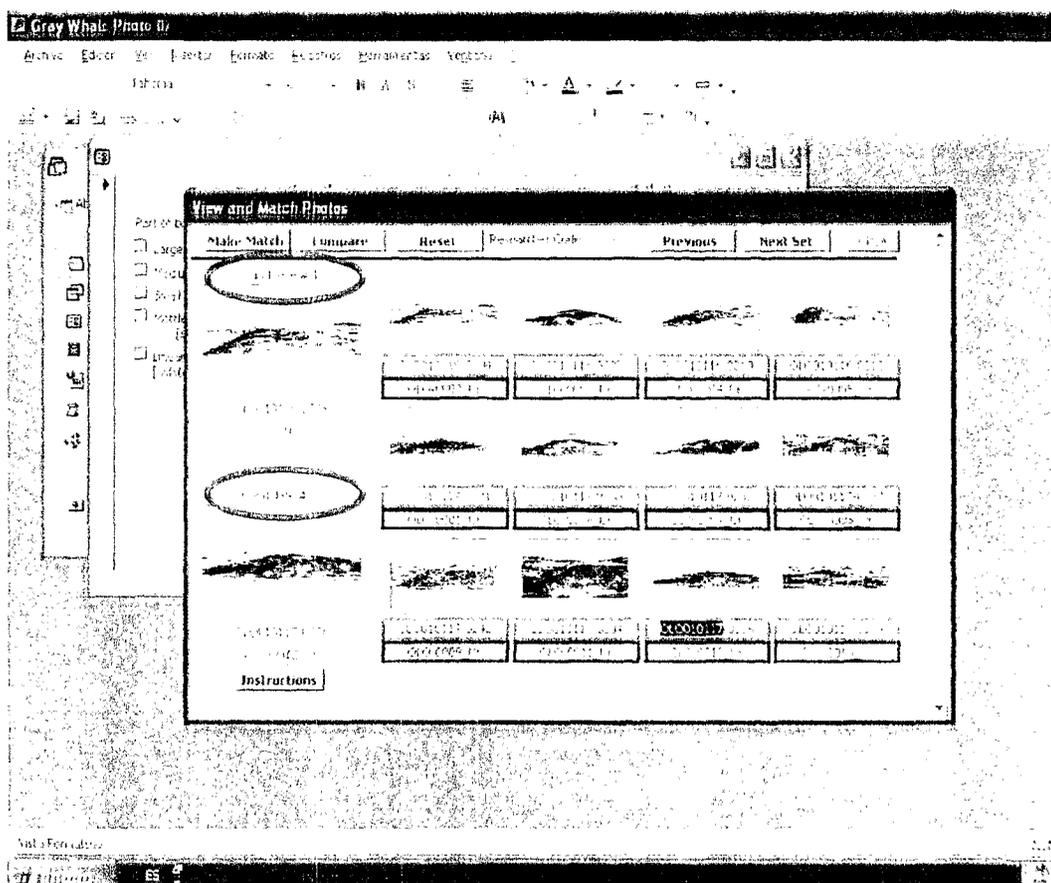


Fig. 1: "View and Match Photos" con candidatos.

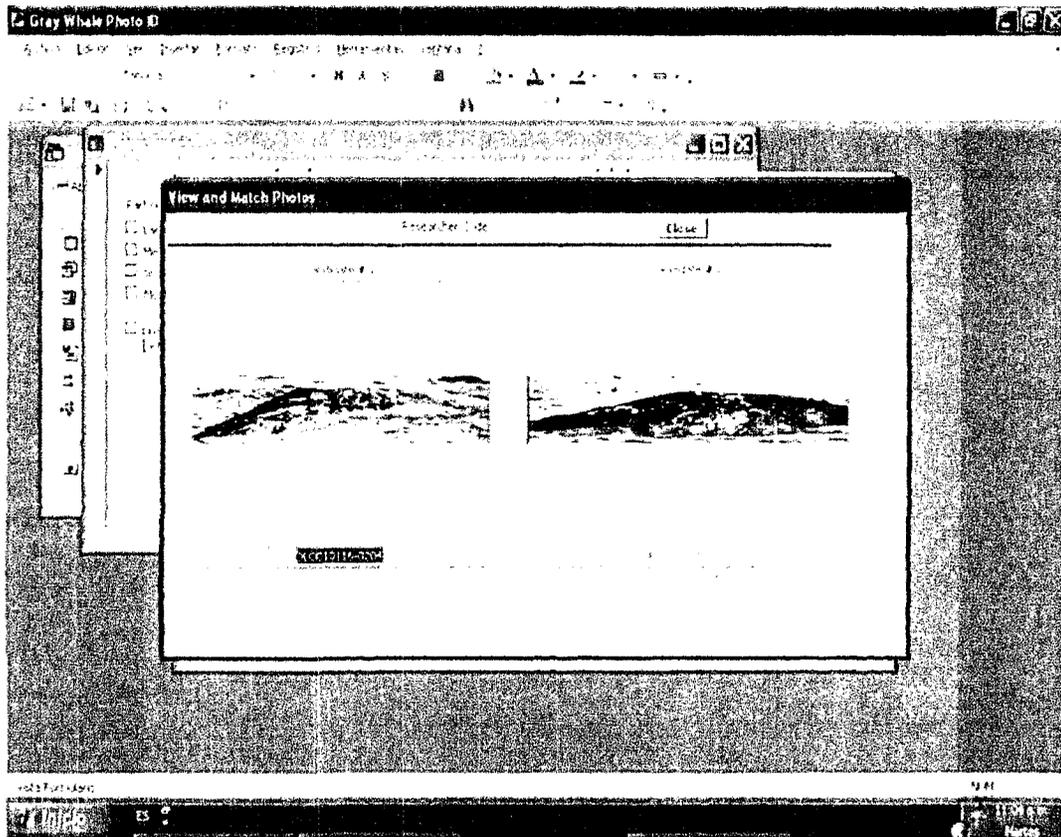


Fig. m: Hoja de comparación.

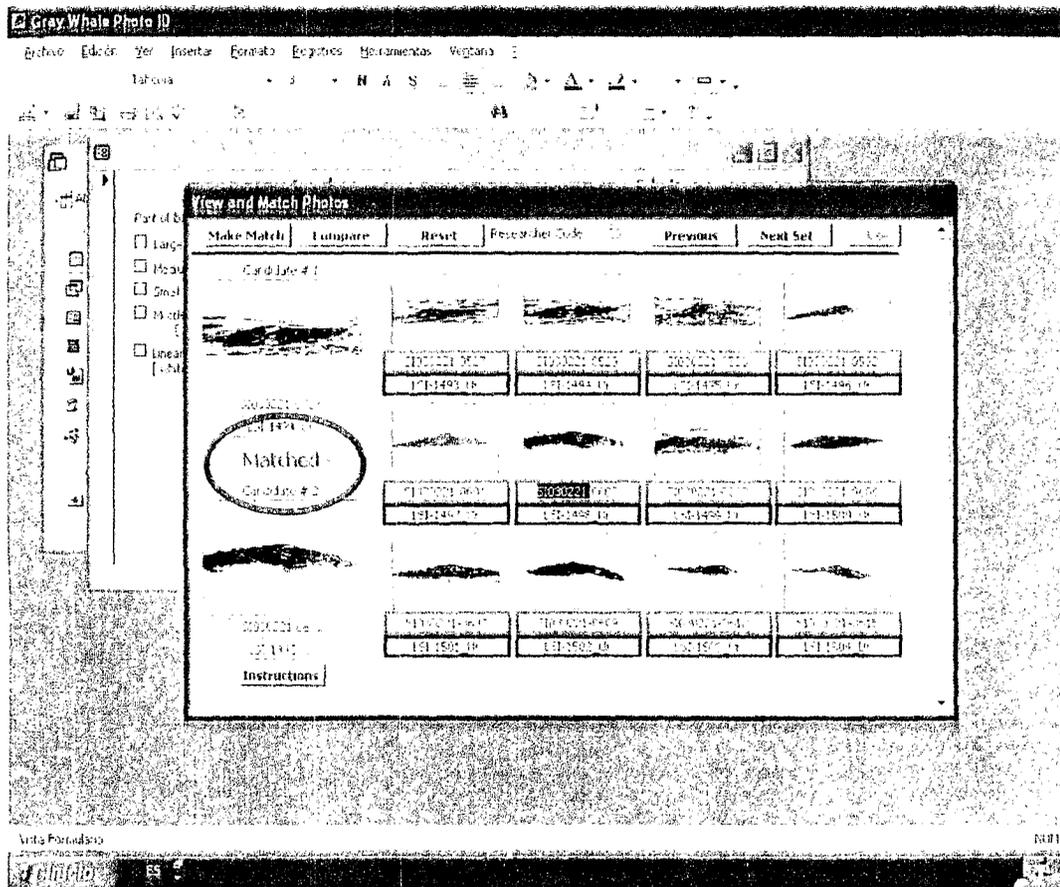


Fig. n: "View and Match Photos" con recaptura.