



PROTOCOLO DE RESPUESTA PARA EL
RESCATE DE ARRECIFES
AFFECTADOS POR HURACANES



La versión actualizada de este protocolo fue organizada por el Mesoamerican Reef Fund (MAR Fund) y forma parte de la Iniciativa de Rescate de Arrecifes de MAR Fund.

Autores:

Aurora Claudia Padilla Souza – Bacabes del Mar
Sara Gutiérrez Plata – Bacabes del Mar
Calina Zepeda Centeno – The Nature Conservancy (TNC)
Juan Carlos Huitrón Baca – Anclamarina S.A. de C.V.

Versión original:

Protocolo de Alerta Temprana y Respuesta Inmediata: Acciones para mitigar el impacto de los ciclones tropicales en los arrecifes coralinos, (Zepeda-Centeno et al., 2019).

Diseño editorial

Marcela Rivas

Foto de portada

Andrea Izaguirre

Diagramas

Sara Gutiérrez Plata

Cita recomendada

Padilla Souza, A. C., Gutiérrez Plata, S., Zepeda-Centeno, C., Huitrón Baca, J. C. (2025). *Protocolo de respuesta para el rescate de arrecifes afectados por huracanes*. Mesoamerican Reef Fund y The Nature Conservancy. 68pp

© Todos los derechos reservados. Este material no está destinado a la venta. Se requiere autorización para la reproducción total o parcial del contenido de este documento a través de correo electrónico a cruiz@marfund.org

Expresamos nuestro sincero agradecimiento a los países del Sistema Arrecifal Mesoamericano (México, Belice, Guatemala y Honduras) por sus valiosos aportes a través de los Comités y Brigadas de Respuesta Post tormenta para Arrecifes. Sus insumos, experiencia y proceso de validación fueron fundamentales para la elaboración y fortalecimiento de este protocolo.

MAR Fund

Revisión de contenidos:

Coordinadora de la Iniciativa: Claudia Ruiz

Asistente Técnico: André Herrera

www.marfund.org

Las opiniones, hallazgos, conclusiones y recomendaciones expresadas son responsabilidad exclusiva de los autores.

Este documento no tendrá ningún efecto con respecto a, o en conexión con, la soberanía sobre ningún territorio (terrestre, insular y marítimo) reclamado por alguno de los países del SAM; ni tendrá efecto sobre los derechos y/o reclamaciones de cualquiera de los países sobre dicho territorio.

La elaboración de este protocolo fue posible gracias al financiamiento del Fondo de Adaptación del Programa de Innovación Climática del PNUD (AFCIA/AF-EU-UNDP), en el marco del proyecto The MAR Insurance Programme: Reef Restoration for Resilient Mesoamerican Reef Communities.

Se reconoce que el contenido del protocolo fue producto de la participación activa de expertos que contribuyeron directamente con su tiempo, experiencia y conocimientos técnicos.



TABLA DE CONTENIDO

A. INTRODUCCIÓN	5
A.1 IMPORTANCIA DE LOS ARRECIFES	5
A.2 IMPACTO DE LOS HURACANES SOBRE LOS ARRECIFE	6
A.3 OBJETIVO DEL PROTOCOLO	7
A.4 CAPACIDAD DE RESPUESTA POSTORMENTA	8
B. COORDINACIÓN PARA LA RESPUESTA	9
B.1 PLANEACIÓN Y ORGANIZACIÓN	10
a) Definición de roles y funciones	10
b) Plan anual de respuesta	10
c) Red de aliados	12
d) Financiamiento	12
e) Identificación, mapeo y priorización de Áreas Específicas de Interés (AEI)	12
B.2 PREPARACIÓN	14
a) Elaboración de procedimientos operativos	14
b) Organización y capacitación de brigadas	14
c) Manejo de equipo y material para la respuesta	15
d) Reunión de inicio de temporada	15
C. EJECUCIÓN DE LA RESPUESTA	16
ETAPA 1. ALERTA TEMPRANA	18
1.1 ACTIVACIÓN DE LA ALERTA	18
1.2 RESPONSABILIDADES ESPECÍFICAS DURANTE LA ALERTA TEMPRANA	19
1.3 HERRAMIENTAS DE SEGUIMIENTO DE HURACANES Y TORMENTAS	20
ETAPA 2. RESPUESTA INMEDIATA	21
2.1 PROCEDIMIENTOS PREPARATIVOS PARA LAS SALIDAS	22
a) Planificador de actividades	22
b) Propuesta de plan de acción	22
c) Herramientas y recursos para la respuesta primaria	22
d) Procedimientos de seguridad y listados de tareas	22
2.2 CLASIFICACIÓN DE DAÑOS	25
a) Herramientas para la clasificación de daños	25

2.3	LIMPIEZA Y REMOCIÓN DE ESCOMBROS	28
a)	Herramientas para la limpieza y remoción de escombros	28
2.4	RECOLECCIÓN Y ESTABILIZACIÓN DE CORALES	29
a)	Herramientas para la recolección y estabilización de corales	29
b)	Priorización de corales	29
c)	Selección de sustrato	33
d)	Estabilización de corales	34
2.5	MARCAJE Y MAPEO DE INTERVENCIONES	36
a)	Herramientas específicas	36
b)	Mapeo	36
c)	Marcaje de corales rescatados	36
d)	Indicadores de eficiencia	37
ETAPA 3: POSRESPUESTA		38
3.1	MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE ACCIONES DE RESCATE	38
3.2	ESTABLECIMIENTO DE VIVEROS DE CORAL	39
3.3	VINCULACIÓN CON LA RED DE RESTAURACIÓN LOCAL Y REGIONAL	42
3.4	EVALUACIÓN Y CIERRE	42
D) GLOSARIO		43
E) REFERENCIAS		45
F) ANEXOS		49
	ANEXO 1 - PLAN DE RESPUESTA	49
	ANEXO 2 - FORMATO DE PRESUPUESTO	52
	ANEXO 3 - FORMULARIO ANUAL DE INCORPORACIÓN DE BRIGADISTAS	53
	ANEXO 4 - LISTA DE MATERIALES, EQUIPO Y HERRAMIENTAS PARA LA RESPUESTA	55
	ANEXO 5 - FORMATO DE INVENTARIO DE EQUIPO	59
	ANEXO 6 - LISTA DE VERIFICACIÓN DE SEGURIDAD PARA LAS SALIDAS	60
	ANEXO 7 - FORMATO BÁSICO DE REUNIÓN PRESALIDA	61
	ANEXO 8 - FORMATO DE REUNIÓN DE RETROALIMENTACIÓN POSTSALIDA	62
	ANEXO 9 - FORMATO DE REPORTE DE SALIDA	63
	ANEXO 10 - FORMATO DE CLASIFICACIÓN DE DAÑOS	64
	ANEXO 11 - FORMATO DE LIMPIEZA Y REMOCIÓN DE ESCOMBROS	65
	ANEXO 12 - FORMATO DE RECOLECCIÓN Y ESTABILIZACIÓN DE CORALES	66
	ANEXO 13 - FORMATO DE MAPEO Y MONITOREO DE LAS INTERVENCIONES	67
	ANEXO 14 - FORMATO DE REPORTE DE EVALUACIÓN ANUAL	68

A. INTRODUCCIÓN

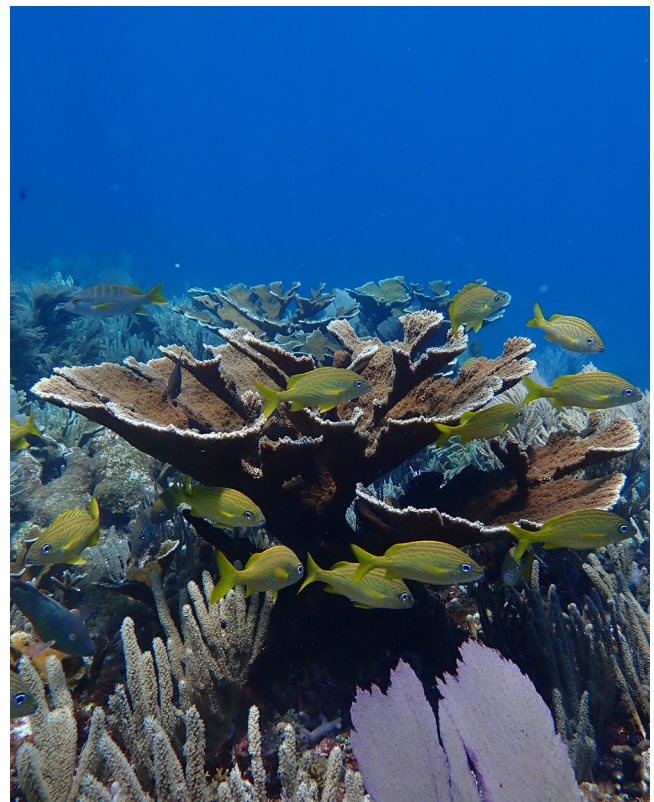
A.1 IMPORTANCIA DE LOS ARRECIFES

Los arrecifes coralinos son ecosistemas altamente biodiversos y productivos, fundamentales para la generación de bienes y servicios que sostienen tanto a comunidades humanas como a la biodiversidad marina (Hughes *et al.* 2003). Actúan como barreras naturales que disipan hasta el 90% de la energía de las olas, reduciendo la erosión costera y los daños por tormentas (Franklin *et al.* 2018; Ferrario *et al.* 2014; NOAA 2024). Además, ofrecen recursos pesqueros, actividades recreativas, ingresos por turismo (Moberg y Rönnbäk 2003) y compuestos bioactivos con potencial farmacológico (Karthikeyan *et al.* 2022).

Un arrecife saludable alberga diversas especies de corales constructores, cuya variedad permite mantener funciones clave como la protección costera, generación de hábitat para numerosas especies y la producción de carbonato de calcio (Álvarez-Filip *et al.* 2011). En los arrecifes del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM) se encuentran especies de corales ramificados como *Acropora palmata*, que son los principales constructores arrecifales de la zona somera y que disipan la energía del oleaje (De Hoyos-Jiménez *et al.* 2025; Alcolado *et al.* 2009; Busutil *et al.* 2011; Gardner *et al.* 2005; Lightly *et al.* 1982), así como grandes corales masivos del género *Orbicella* y corales cerebro de los géneros *Diploria* y *Pseudodiplora*, que contribuyen a la consolidación y crecimiento de la estructura arrecifal (Weil y Knowlton 1994; Aronson *et al.* 2002; Edmunds *et al.* 2010).

En años recientes se ha observado una creciente dominancia de especies de coral que se consideran pioneras, las cuales tienen una baja contribución a la formación de la estructura

arrecifal, lo que ha llevado a arrecifes con baja producción de carbonato y menor complejidad estructural, afectando negativamente su funcionamiento y productividad (Estrada-Saldivar *et al.* 2019; González-Barrios & Álvarez-Filip 2018). Por ello, la recolección y estabilización de especies constructoras como *A. palmata*, *Orbicella* spp. y corales cerebro es clave para conservar arrecifes saludables, complejos y diversos, que mantengan sus funciones ecosistémicas y refuercen la protección costera (Alcolado *et al.* 2009).



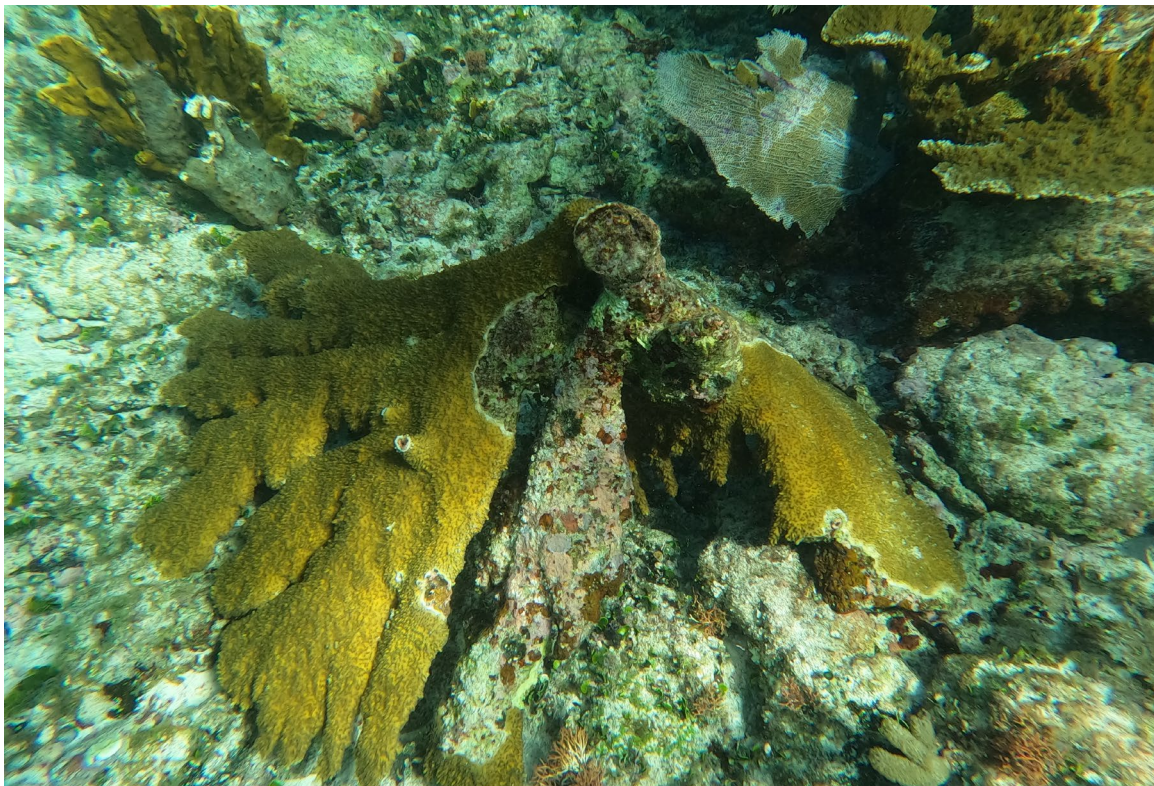
Arrecife sano. Autora: Sara Gutiérrez Plata.

A.2 IMPACTO DE LOS HURACANES SOBRE LOS ARRECIFES

Las tormentas y huracanes representan un importante factor de vulnerabilidad para los arrecifes de coral, especialmente en sus partes someras, debido a la generación de olas intensas, corrientes fuertes y marejadas que causan daños mecánicos y estructurales (Harmelin-Vivien 1994, Massel y Gourlay 2000). El daño que los huracanes pueden causar a los arrecifes incluye la destrucción de la estructura y generación de escombros, fragmentación y desprendimiento de colonias, abrasión del tejido de los corales por sedimentos, y enterramiento de corales por sedimentos y escombros desplazados (Gulko *et al.* 2008, Hernández-Delgado *et al.* 2024). La magnitud de estos daños depende de la frecuencia, intensidad y duración de los ciclones, siendo cada vez más

frecuente por acción del cambio climático (Mann y Emanuel 2011). Las características biológicas y morfológicas de las especies dominantes, la profundidad del sitio y características particulares del arrecife, así como factores antropogénicos y la historia ecológica del área, también contribuyen a determinar la vulnerabilidad del sitio ante estos fenómenos (Hughes *et al.* 2003).

Las especies de coral que resultan más afectadas en los arrecifes del Atlántico son *Acropora palmata* (cuernos de alce) y *Acropora cervicornis* (cuernos de ciervo), por su morfología ramificada y distribución en zonas someras, lo que las hace particularmente frágiles y propensas a fragmentarse durante los huracanes (Bak y Criens 1982).



Colonia de *Acropora palmata* desprendida y volteada después del impacto de un huracán.
Autora: Claudia Padilla Souza.

Sin embargo, estos fragmentos pueden estabilizarse y generar nuevas colonias mediante propagación clonal (Hughes 1989), una estrategia que ocurre de manera natural y que ayuda a mantener e incrementar las poblaciones de estos corales (Lirman 2000). Se ha documentado que, en condiciones de baja frecuencia e intensidad, los huracanes representan una perturbación que puede favorecer la biodiversidad marina al reducir la dominancia de especies competitivas y permitir la proliferación de otras (Connell, 1978). Sin embargo, el aumento en intensidad y frecuencia de estos, atribuido al cambio climático, dificulta la recuperación de los arrecifes y pone en riesgo su salud y funcionamiento (Mann y Emanuel 2011).

Frente a estos desafíos, la conservación y recuperación de los arrecifes requiere acciones de mitigación y manejo. La remoción de escombros y basura tras los eventos catastróficos es crucial para evitar daños adicionales. Además, técnicas como la estabilización de fragmentos,

Fortalecer las capacidades de respuesta contribuye a la resiliencia de los ecosistemas arrecifales.

el cultivo de corales en viveros y el trasplante de corales son estrategias efectivas para acelerar la recuperación de áreas dañadas (Rinkevich 2005, Johnson *et al.* 2011, Shaver *et al.* 2020, Padilla *et al.* 2021 y 2023).

Una respuesta oportuna y coordinada ante los efectos de los huracanes, acompañada de una gestión adecuada, puede marcar la diferencia entre una pérdida definitiva y la recuperación de estos ecosistemas. Estas acciones ayudan a fortalecer su resiliencia frente a los impactos del cambio climático, garantizar la conservación de su biodiversidad y asegurar la continuidad de los servicios de los que dependemos.

A.3 OBJETIVO DEL PROTOCOLO

Este protocolo tiene como objetivo proporcionar herramientas y guiar a las brigadas de respuesta a lo largo del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM), con la posibilidad de replicarse en otras regiones donde exista capacidad de respuesta, para que puedan actuar de manera oportuna, efectiva y coordinada ante daños en los arrecifes causados por huracanes y tormentas. Busca asegurar una respuesta que priorice tanto la seguridad de los brigadistas como la del ecosistema, optimizando la eficiencia de las acciones mediante una coordinación clara, comunicación efectiva y toma de decisiones adecuada. El fin último es brindar atención inmediata, para rescatar la mayor cantidad posible

de corales afectados y reducir el riesgo de daños posteriores.

Este documento es una versión actualizada del **Protocolo de Alerta Temprana y Respuesta Inmediata: Acciones para mitigar el impacto de los ciclones tropicales en los arrecifes coralinos**, publicado en 2019 (Zepeda-Centeno *et al.*, 2019). El proceso de actualización tuvo como objetivo mejorar la información del protocolo original, incorporando nuevas técnicas, estrategias de respuesta y lecciones aprendidas, con el fin de ofrecer una herramienta más práctica y efectiva para atender los impactos de huracanes en los arrecifes en condiciones cambiantes.

A.4 CAPACIDAD DE RESPUESTA POSTORMENTA

La capacidad de respuesta tras una tormenta es el grupo organizado que permite implementar de manera eficiente acciones destinadas a mitigar los daños causados por los huracanes en los arrecifes coralinos, garantizando una intervención segura y efectiva. Esto implica establecer acuerdos institucionales, brindar acompañamiento, proporcionar herramientas que orienten el proceso, desarrollar recursos humanos y financieros, y adquirir el equipamiento necesario, con el fin de facilitar una implementación eficaz de la respuesta.

En 2018, The Nature Conservancy (TNC) y organismos gubernamentales de México desarrollaron un protocolo para la atención de tormentas y el rescate de arrecifes. Este documento, publicado en 2019 (Zepeda-Centeno et al., 2019), establece el **Protocolo de Alerta Temprana y Respuesta Inmediata**, el cual orienta a administradores, brigadistas y otros actores clave sobre las acciones a realizar antes, durante y después de un ciclón con el fin de reducir su impacto en los arrecifes.

La capacitación piloto se llevó a cabo en Puerto Morelos y formó a 39 brigadistas. En 2019 se capacitaron 17 brigadistas adicionales en Isla Mujeres. Parte de este personal aplicó sus conocimientos en las acciones de rescate de corales tras los huracanes Delta y Zeta en octubre de 2020 en Quintana Roo, así como durante la respuesta al huracán Grace en 2022 y al huracán Beryl en 2024, ambos en la zona de Arrecifes de Puerto Morelos.

Entre 2018 y noviembre de 2025, más de **300 brigadistas** han sido capacitados en el SAM. Asimismo, se han conformado **7 Comités Coordinadores de Respuesta Postormenta** y se han certificado **33 instructores**. Entre 2021 y 2022, MAR Fund y TNC desarrollaron conjuntamente **7 cursos para brigadistas y 3 cursos para instructores**, capacitando a 96 brigadistas y 17 instructores en los cuatro países del SAM. Cabe destacar que brigadistas de Belice activaron una respuesta ante el huracán Lisa en la Reserva Marina del Atolón de Turneffe en noviembre de 2022.

Para noviembre de 2025, MAR Fund ha contribuido con **22 cursos de capacitación** para brigadistas e instructores. Adicionalmente, se fortalecieron capacidades en otras regiones mediante **4 cursos extra**, certificando a 69 brigadistas y 4 instructores.¹



Capacitación de brigadistas postormenta para arrecifes.
Autor: CONANP

¹ En el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Colombia, Fondo Acción, con el apoyo de MAR Fund, y en alianza con el Ocean Risk Resilience Action Alliance, desarrollaron tres cursos de brigadas en Colombia, y un curso para entrenadores en el SAM. En Guam, el Reef Resilience Network, el Guam Coral Reef Initiative y TNC, realizaron un curso para formación de brigadas.

B. COORDINACIÓN PARA LA RESPUESTA

La implementación del Protocolo requiere establecer una estructura que guíe de manera integral la coordinación de la respuesta ante el impacto de huracanes. Esta estructura debe contemplar dos componentes clave: **la planeación y organización**, y **la preparación**. Ambos deben estar alineados y adaptarse a las condiciones específicas de cada localidad para asegurar una respuesta oportuna, eficiente y segura.

Es indispensable designar un grupo específico de personas responsables de cada componente. Este grupo puede constituirse como un **Comité**, una **Comisión** o un **Grupo de Trabajo**, y tendrá la responsabilidad de establecer los mecanismos necesarios para desarrollar y ejecutar las actividades de preparación y respuesta.

PLANEACIÓN Y ORGANIZACIÓN

Este componente es responsable de desarrollar el marco estratégico para la implementación del Protocolo. Sus funciones incluyen diseñar, coordinar, facilitar y supervisar los procedimientos necesarios para cumplir con los objetivos establecidos. Asimismo, deberá definir la estructura operativa, delimitando claramente las funciones y responsabilidades de los distintos actores involucrados.

PREPARACIÓN

Consiste en definir los procesos, métodos de intervención y mecanismos logísticos requeridos para implementar la respuesta. Esto incluye la planificación de recursos humanos y materiales, la identificación de necesidades operativas y la organización de los procedimientos técnicos para garantizar una ejecución efectiva.

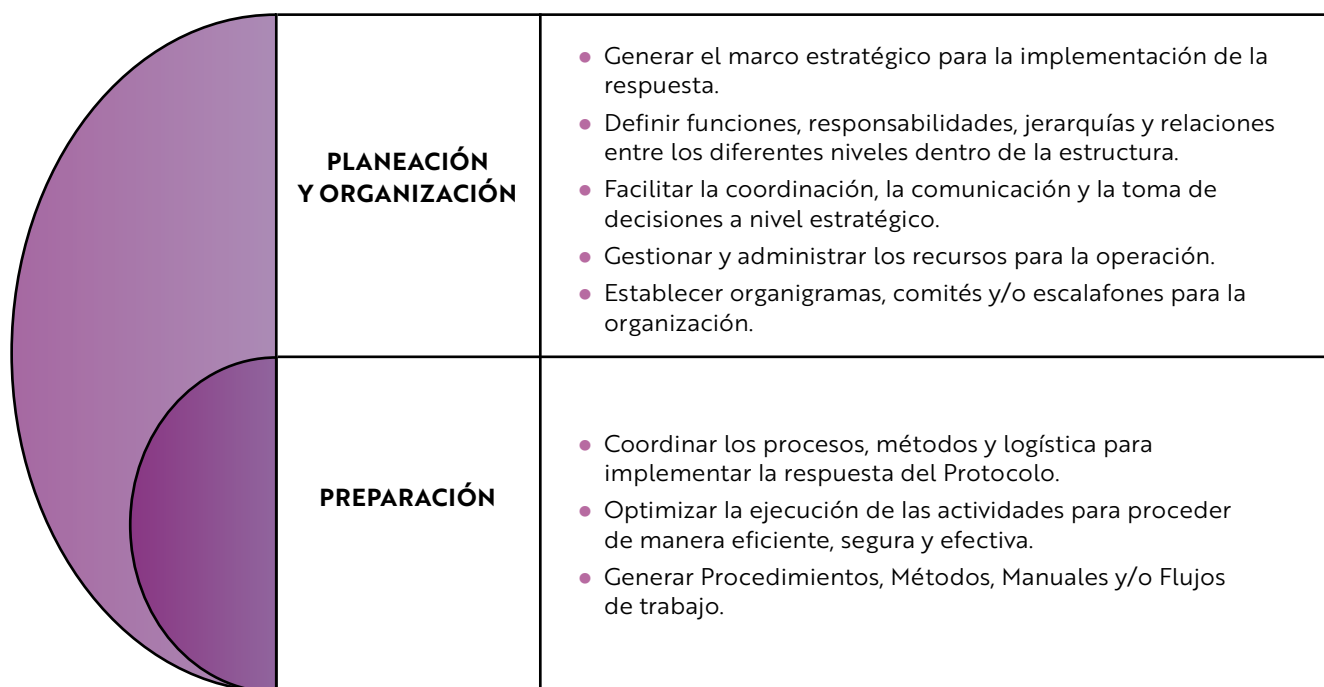


FIGURA 1. Diagrama de responsabilidades en las etapas: a) planeación y organización, y b) preparación para la respuesta.

B.1 PLANEACIÓN Y ORGANIZACIÓN

Las tareas específicas que se deben llevar a cabo durante la fase de planeación y organización previo a la temporada de huracanes son:

a) Definición de roles, funciones y responsabilidades

La definición de roles y funciones, y asignación de responsabilidades durante la implementación del Protocolo es fundamental para establecer una estrategia clara y efectiva para el grupo de trabajo. La estructura organizativa y coordinadora, tanto en la etapa de planificación como durante la ejecución, debe ser flexible y capaz de adaptarse a las distintas situaciones a las que la brigada pueda enfrentarse.

Por esta razón, este Protocolo se centra en describir los procesos necesarios más allá de la definición de roles específicos, permitiendo que las brigadas puedan validar su organización actual, o que puedan realizar ajustes si así lo consideran, a la vez que las nuevas brigadas puedan contar con una guía flexible para estructurarse de la manera que mejor se adapte a sus necesidades. Es clave considerar a todas las personas involucradas, asegurando que sus funciones y responsabilidades estén claramente definidas y asignadas de acuerdo con sus habilidades, con el fin de garantizar una coordinación eficaz.

La estructura debe también ser adaptable a los recursos disponibles, permitiendo asignar funciones y responsabilidades de manera flexible, ya sea mediante la elaboración de organigramas, escalafones, o la creación de comités o equipos especializados para atender procesos específicos.

Adicionalmente, es importante establecer mecanismos sencillos de toma de decisiones y rendición de cuentas que promuevan la participación, la transparencia y la confianza dentro del grupo. Garantizar que todas las funciones estén debidamente cubiertas contribuye a que el sistema opere de forma coherente y eficiente.

En la Figura 2, se describen los procesos clave que deben considerarse para construir una estructura organizativa a cargo de la planificación, en coordinación con una estructura operativa encargada de la ejecución. También se especifica el propósito que cada proceso debe cumplir.

Adicionalmente, es fundamental **implementar mecanismos de toma de decisiones** y de rendición de cuentas que sean claros, accesibles y fáciles de entender para todos los involucrados. Estos mecanismos deben promover la participación de los miembros, fomentando un ambiente de transparencia y confianza mutua. Al establecer procesos simples y bien definidos, se facilita la comprensión y el cumplimiento de las responsabilidades, lo que a su vez fortalece el compromiso y la colaboración de todos los actores. Además, garantizar que todas las funciones y roles necesarios están claramente asignados y cubiertos permite que la operación sea coherente, eficiente y alineada con los objetivos comunes. De esta manera, se crea un entorno en el que la participación es genuina y la confianza se consolida, contribuyendo a una gestión más efectiva y sostenible.

b) Plan de respuesta

El plan de respuesta se debe elaborar anualmente, antes del inicio de la temporada de huracanes, con el propósito de establecer una estrategia clara y eficiente para actuar ante el impacto de huracanes. Este plan describe las acciones específicas y los pasos a seguir durante la respuesta, mediante procedimientos claros que guían a todos los miembros del grupo de trabajo. Incluye tareas concretas, responsables asignados, contactos clave y proveedores necesarios. Además, presenta una línea de tiempo que facilita la coordinación, comunicación y ejecución oportuna de las acciones.

ESTRUCTURA ORGANIZATIVA Y COORDINADORA	VINCULACIÓN INSTITUCIONAL Y CUMPLIMIENTO NORMATIVO	Garantizar la coordinación, el cumplimiento y el fortalecimiento de acciones institucionales necesarias para la implementación del Protocolo, así como el cumplimiento de la normativa relacionada con el manejo de especies y la aplicación de salvaguardas.
	GESTIÓN INTERNA	Garantizar una respuesta eficiente y coordinada a través de la gestión de recursos comunicación efectiva y evaluación continua del plan de respuesta, incluyendo las metas y las acciones para lograrlo. Define la jerarquía, roles, responsabilidades y relaciones entre los miembros, estableciendo la estructura de coordinación interna para alcanzar los objetivos planteados.
	GESTIÓN FINANCIERA	Identificar oportunidades de financiamiento, gestionar eficientemente los recursos y garantizar una adecuada rendición de cuentas.
	SOPORTE TÉCNICO-CIENTÍFICO	Orientar la implementación de las acciones de respuesta basadas en el mejor conocimiento técnico y científico disponible.
	SEGURIDAD Y GESTIÓN DE RIESGOS	Garantizar la seguridad de todo el equipo antes, durante y después de las actividades. Diseñar, promover y actualizar protocolos de seguridad y emergencias para reducir amenazas potenciales en las operaciones.
	COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN	Promover la difusión y el reconocimiento de las actividades del grupo de trabajo.
ESTRUCTURA OPERATIVA	COORDINACIÓN DE LA OPERACIÓN	Planear, coordinar y supervisar las actividades en campo. Gestionar los recursos logísticos y materiales y mantener la comunicación interna para una operación eficiente.
	FORTALECIMIENTO Y CAPACITACIÓN	Generar habilidades y capacidades en el equipo de brigadistas. Llevar un registro actualizado de los brigadistas y conocer sus habilidades.
	OPERACIÓN DE PROTOCOLOS DE SEGURIDAD	Implementar los protocolos de seguridad y emergencias. Promover una cultura preventiva para reducir amenazas potenciales en las operaciones.
ESTRUCTURA DE RESPUESTA	IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES	Ejecutar las actividades en campo de acuerdo con el plan de respuesta y a los procedimientos operativos establecidos para la atención de la respuesta.

FIGURA 2. Procesos clave a considerar para las estructuras organizativa y coordinadora, operativa y de respuesta.

El plan de respuesta también considera planes de seguridad y cumple con los requisitos legales de cada país para garantizar una respuesta efectiva. La herramienta define claramente las funciones y responsabilidades de las entidades, instituciones y personas involucradas dentro

de la estructuras organizativa y coordinadora, operativa y de respuesta, para asegurar una respuesta coordinada y eficaz ante emergencias que puedan afectar al arrecife. Se presenta un formato como guía para elaborar un plan de respuesta ([ANEXO 1](#)).

c) Red de aliados

Es fundamental establecer acuerdos o convenios con aliados que apoyen la implementación del Protocolo, incluyendo instituciones gubernamentales, empresas privadas y organizaciones civiles. Estos acuerdos deben formalizarse antes de la temporada de huracanes. Los temas a tratar incluyen:

- Establecer rutas de comunicación con las autoridades locales o instancias competentes, para recibir avisos pertinentes durante la alerta y el manejo de residuos colectados, entre otros.
- Gestionar el espacio para el Centro de Operaciones.
- Convenio con proveedores para el suministro de insumos esenciales como alimentos, embarcaciones, combustible, materiales y herramientas para las brigadas.
- Establecer calendario de reuniones de coordinación interinstitucional.
- Convenio con ONGs, academia, y otros aliados, para facilitar voluntarios durante la respuesta.

d) Financiamiento

La implementación del Protocolo requiere financiamiento para ejecutar las acciones previstas. Es fundamental gestionar con anticipación los fondos e insumos necesarios para la logística y la operación (renta de embarcaciones, vehículos, tanques, equipo de buceo), materiales e insumos (herramientas, equipo de seguridad, combustibles, cemento, alimentos) y actividades de capacitación y simulacros. Para ello, se debe elaborar un presupuesto anual detallado, utilizando el formato guía incluido en el [ANEXO 2](#).

También es necesario identificar y seleccionar posibles fuentes de financiamiento para captar recursos. Existen opciones convencionales como aportes gubernamentales y cooperación internacional, así como alternativas innovadoras:

- Seguro paramétrico para ecosistemas marinos, que contempla desembolsos inmediatos para la atención de emergencias en arrecifes de coral.
- Fondos de emergencia nacionales o internacionales, o aquellos aplicables a la región y al sitio de trabajo.
- Aportaciones del sector privado (e.g. proveedores turísticos, puertos, organizaciones no gubernamentales, tiendas de buceo, otros).
- Fondos de compensación ambiental.
- Pago por servicios ambientales.
- Impuestos y mecanismos de fijación de precios.

Para aplicar a estos financiamientos se debe conocer sus lineamientos, elaborar propuestas y presupuestos, gestionar acuerdos y cumplir con los términos y condiciones establecidos para la recepción, administración y uso de los fondos.

e) Identificación, mapeo y priorización de Áreas Específicas de Interés (AEI)

Para una respuesta más eficiente, es útil contar con información previa sobre las áreas arrecifales dentro del alcance de la brigada que posean un valor ecológico, social o económico significativo y sean altamente vulnerables a eventos climáticos extremos. Estas se denominan AEI.

La recopilación de esta información puede realizarse con el apoyo de aliados locales, personas de la comunidad, institutos de investigación, así como prestadores de servicios turísticos y de buceo, con el fin de construir una visión amplia y robusta de los sitios a atender. Si el sitio se encuentra dentro de un Área Marina Protegida (AMP), es importante involucrar a los manejadores o co-manejadores de ésta, para contemplar criterios estipulados en los planes de manejo y regulaciones, que apoyen la priorización.

La información recabada permite generar un mapa con las AEI de la zona y clasificarlas según sus características. Una recomendación es aplicar una matriz de recopilación de datos para facilitar una evaluación integral de cada área, y que puede ayudar a generar una priorización de sitios para su revisión y atención. La Tabla 1 contiene algunos criterios que pueden ayudar a la identificación y valoración de sitios.

Una vez definidas las AEI, se recomienda elaborar un mapa asociado a la tabla, que incluya la ubicación de todos los sitios. Posteriormente, estas deben priorizarse. De esta manera, se tendrá a la mano la información necesaria para la planeación de operaciones. Datos como la profundidad del sitio, la distancia a la base, la cercanía a muelles y la presencia de especies o arrecifes pueden llenarse directamente en la tabla. Contar con esta información de forma anticipada facilitará la planificación ante posibles impactos por huracán.

Criterio		Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
Valor ecológico	Presencia de colonias de coral de especies prioritarias y de tamaño reproductivo			
	Zona de agregación reproductiva de alguna especie prioritaria			
	Presencia de acciones de conservación, investigación y/o manejo en el sitio			
Valor social, cultural & económico	Sitio de visitación de población local y/o turistas			
	Importancia pesquera del sitio para comunidades locales.			
	Valor cultural o espiritual asociado a los arrecifes			
Accesibilidad & logística	Proximidad a la base operativa, muelle o infraestructura de apoyo.			
	Facilidad de acceso para transporte, equipo y personal técnico			
Riesgo	Profundidad del sitio (mayor profundidad = mayor riesgo)			
	Dinámica de corrientes y oleaje			
	Presencia de contaminación o deterioro ambiental externo			
	Actividades humanas no reguladas o actividades extractivas ilegales			
	Presencia de conflictos sociales, presencia de grupos delictivos o problemas de seguridad			

TABLA 1. Tabla de criterios de apoyo para identificación de Áreas Específicas de Interés.

B.2 PREPARACIÓN

a) Elaboración de procedimientos operativos

La fase de preparación debe iniciar con la elaboración de procedimientos operativos estandarizados de las acciones que se llevan a cabo durante la respuesta, que sirvan como una guía clara y detallada para asegurar una respuesta efectiva, segura y coordinada. Estos documentos deben contemplar todos los elementos necesarios dentro de la estructura organizacional, incluyendo instalaciones, equipo, brigadistas, procedimientos y canales de comunicación. Estos documentos deben ser documentos sencillos y breves que guíen las acciones, contemplando los siguientes componentes principales:

1. Objetivo de la acción.
2. Identificar los pasos clave y su secuencia lógica.
3. Asignar responsables.
4. Establecer mecanismos de seguimiento.

Los protocolos y procedimientos operativos deben ser validados por todos los integrantes de la capacidad de respuesta para asegurar su claridad y entendimiento, y ser revisados y actualizados periódicamente para asegurar su eficiencia.

b) Organización y capacitación de brigadas

Para lograr una respuesta exitosa y eficiente, se debe contar con el personal necesario para cumplir con las actividades propuestas en el protocolo. Para esto se deben llevar a cabo las siguientes actividades:

1. **Actualizar la lista de brigadistas activos** mediante el formulario de activación ([ANEXO 3](#)). Esta información permitirá identificar si el grupo actual está completo o si es necesario incorporar y capacitar nuevos integrantes.

2. **Realizar cursos de formación para nuevos brigadistas**, en caso de ser requerido y siempre que se cuente con el presupuesto y el tiempo necesarios.

3. **Organizar sesiones de actualización para brigadistas ya certificados**, con el objetivo de mantener vigente la información y alinear las acciones del equipo.

4. **Aplicar pruebas de habilidades acuáticas** que permitan evaluar su desempeño en el agua, reforzar sus capacidades y fortalecer el trabajo en equipo.

5. **Diseñar y ejecutar simulacros de rescate** que preparen al equipo para responder ante emergencias, poniendo en práctica las habilidades requeridas durante la atención inmediata.

6. **Coordinar con aliados o entidades especializadas** el desarrollo de entrenamientos en primeros auxilios.

Durante la capacitación es importante integrar información actualizada en el manejo y técnicas de rescate de corales que estén al alcance, garantizando un equipo preparado y actualizado. Además, promover la preparación física para reducir riesgos durante las actividades en escenarios potencialmente peligrosos.

La brigada debe formarse según las actividades a realizar, asignando claramente las funciones de cada miembro para organizar la respuesta de manera efectiva. Es fundamental contar con las siguientes funciones:

- **Líder de brigada:** Coordina el grupo de trabajo.

- **Buzos para acción de la respuesta:** Limpieza del sitio y rescate de corales.
- **Apoyo en esnórquel:** Suministro de materiales para trabajo de los buzos.
- **Apoyo en superficie:** Manejo de materiales en la embarcación (Preparar cemento, supervisión de grupos de trabajo, comunicación con encargado en tierra).

c) Manejo de equipo y material para la respuesta

Una parte importante para asegurar una respuesta eficiente es contar con el equipo, material y las herramientas necesarias. Se debe establecer un protocolo para su manejo, inventario y mantenimiento, considerando las siguientes actividades:

- **Materiales y herramientas:** Realizar el inventario de materiales, contar con un programa de mantenimiento y reemplazo de materiales y un reglamento de resguardo.
- **Equipo de seguridad y primeros auxilios:** Tener un botiquín de primeros auxilios con tanque de oxígeno.
- **Equipo personal por brigadista:** Dar mantenimiento preventivo a su equipo de buceo anualmente, contar con un equipo básico (aletas y esnórquel) en excelentes condiciones y contar con boya de señalización en superficie.

El [ANEXO 4](#) contiene el listado general de materiales frecuentemente utilizados en las acciones de respuesta y el [ANEXO 5](#) es un formato de inventario y seguimiento de los materiales de la brigada.

d) Reunión de inicio de temporada

La última actividad que se debe llevar a cabo durante la preparación es la reunión de inicio de temporada de huracanes. Durante esta reunión se hace un recuento de las acciones del año anterior, enfocado en identificar los aspectos positivos que mantener y las áreas de oportunidad por mejorar en el presente año. Se presentan los pronósticos de la temporada de huracanes y el plan de respuesta anual. Se invita a los brigadistas a participar activamente e involucrarse y se generan dinámicas de integración para fortalecer al equipo.



Brigada revisando materiales y herramientas para la respuesta. Autora: Sara Gutiérrez Plata.

C. EJECUCIÓN DE LA RESPUESTA

La respuesta para rescate de corales dañados por huracanes está dividida en 3 etapas (Figura 3):

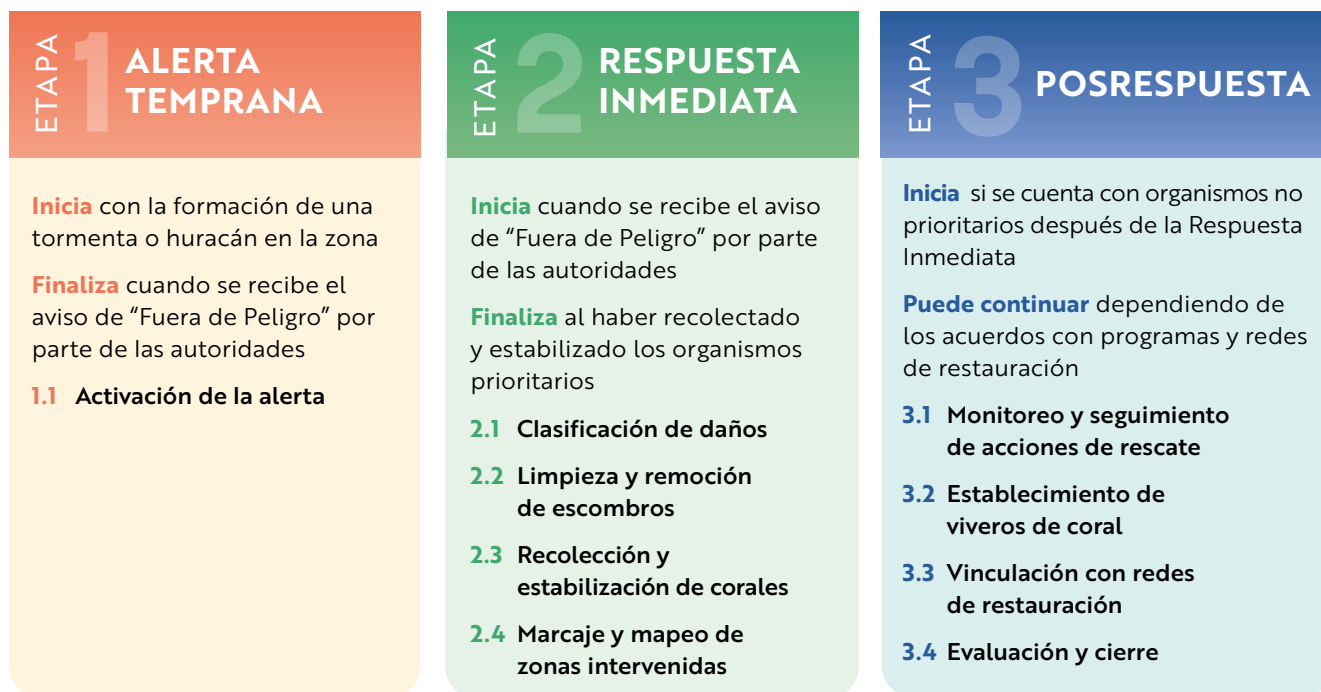


FIGURA 3. Estructura general de ejecución de la respuesta.



Clasificación de daños por el método Manta Tow. Autor: Juan Carlos Huitrón.

El siguiente diagrama (Figura 4) muestra a modo resumido la ruta crítica de ejecución de la respuesta con las diferentes etapas señaladas y la toma de decisiones y pasos a seguir dentro de cada una.

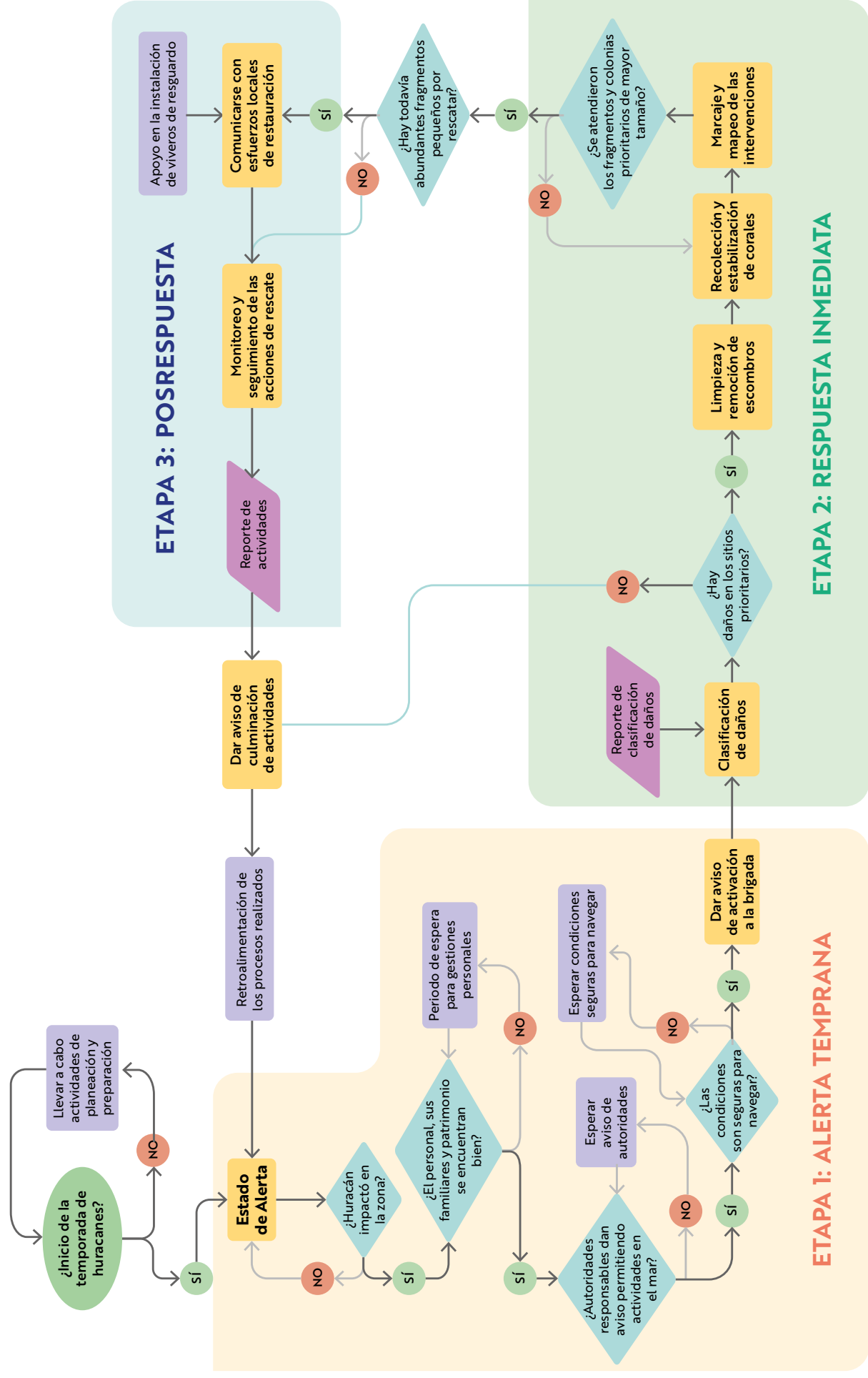


FIGURA 4. Ruta crítica para la ejecución de la respuesta.

ALERTA TEMPRANA

- Inicia:** Cuando se detecta la formación de un fenómeno meteorológico
- Finaliza:** Cuando se recibe la señal de "Fuera de Peligro" por las autoridades locales

La Etapa 1 inicia cuando las autoridades oficiales o los sistemas de monitoreo detectan la formación de un huracán. A partir de ese momento la brigada entra en estado de alerta y da seguimiento a su desarrollo y trayectoria, durante la fase de acercamiento, el impacto en tierra y la fase de alejamiento. La alerta temprana termina cuando se emite la señal oficial de "Fuera de Peligro". Existen diferentes momentos de la alerta definidas por el tiempo estimado o distancia de la zona del huracán durante el acercamiento y el alejamiento.

1.1 ACTIVACIÓN DE LA ALERTA

Desde que inicia la temporada de huracanes, la brigada se mantiene atenta ante la posible formación de un fenómeno meteorológico. Gracias a que las acciones de planeación, organización y preparación se llevaron a cabo antes del inicio de la temporada, la brigada está lista para actuar en caso de que un fenómeno natural impacte la zona.

En caso de que un huracán o tormenta impacte la zona, será necesario verificar que se cumplen ciertos criterios de seguridad antes de movilizar a la brigada e iniciar la Etapa 2, siguiendo el diagrama de la Figura 6.



FIGURA 5. Fases de acercamiento, impacto y alejamiento de un huracán.

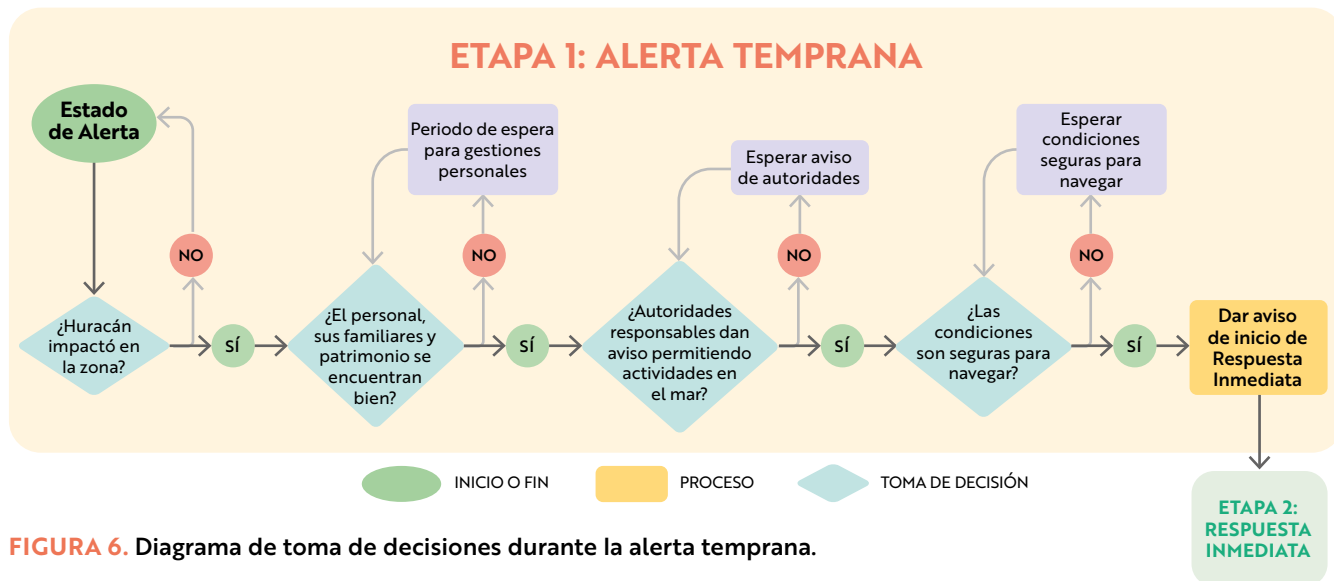


FIGURA 6. Diagrama de toma de decisiones durante la alerta temprana.

1.2 RESPONSABILIDADES ESPECÍFICAS DURANTE LA ALERTA TEMPRANA

Durante la etapa de Alerta Temprana, cada uno de los integrantes tendrá roles y responsabilidades específicas definidas en la Figura 7 a continuación.

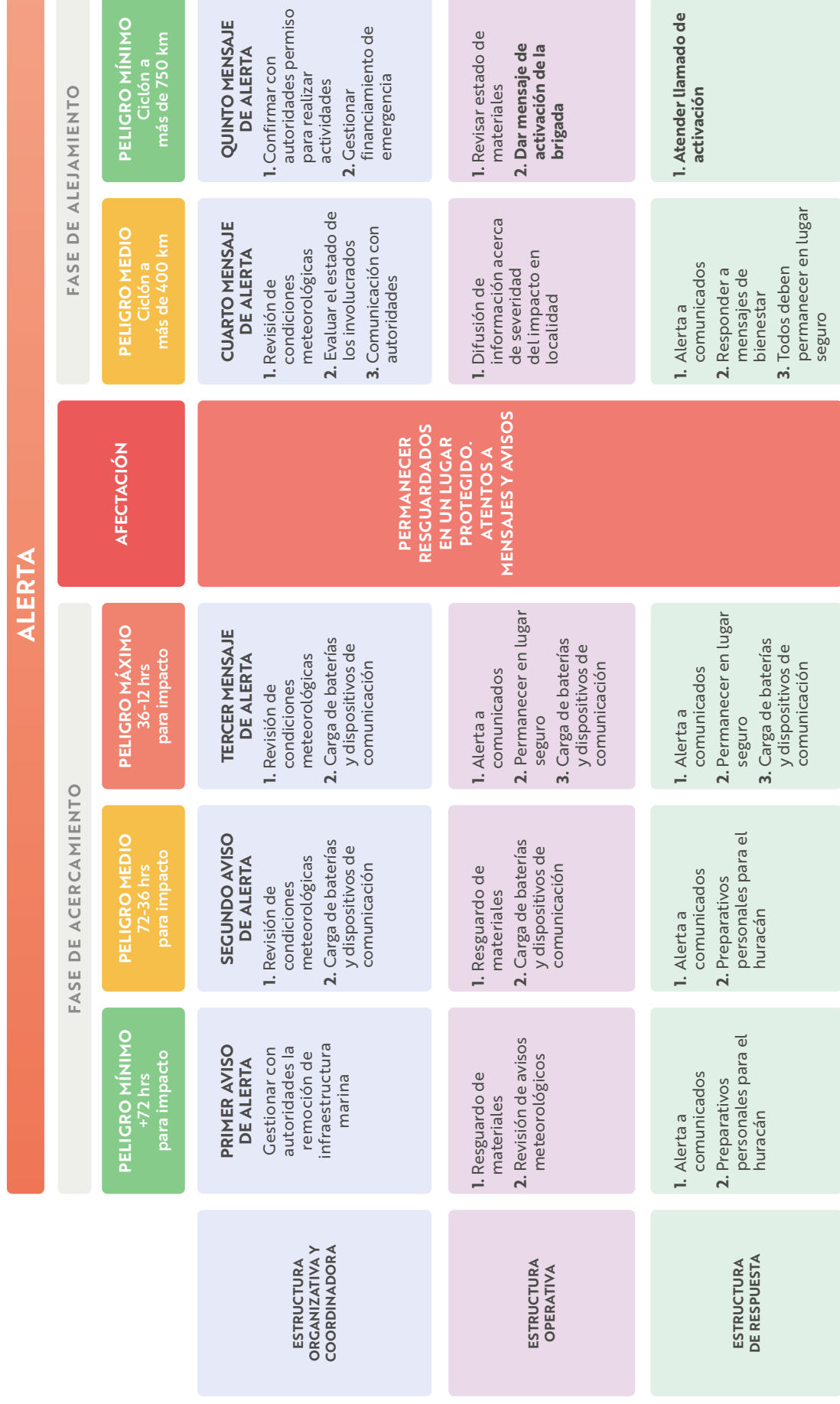


FIGURA 7. Responsabilidades específicas durante la etapa de alerta temprana.

1.3 HERRAMIENTAS DE SEGUIMIENTO DE HURACANES Y TORMENTAS

Durante esta etapa, es de suma importancia contar con la información más precisa y actualizada del movimiento de las tormentas o huracanes, su trayectoria y su estimado de tiempo

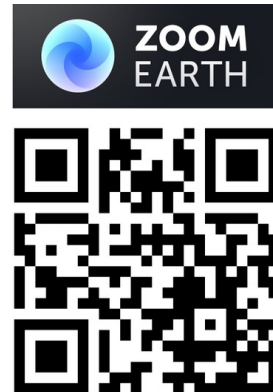
para el arribo. Se recomienda utilizar las siguientes plataformas digitales internacionales haciendo énfasis en contemplar también herramientas de carácter nacional para avisos específicos por país.



<https://www.nhc.noaa.gov>



<https://www.windy.com/-Waves-waves>



<https://zoom.earth>



Capacitación de brigadistas posttormenta para arrecifes. Autor: Martin Leglize.

ETAPA 2

RESPUESTA INMEDIATA

Inicia: Cuando se recibe aviso de "Fuera de Peligro" y se verifica que se cumplen las condiciones de seguridad necesarias para iniciar la respuesta inmediata.

Finaliza: Al haber recolectado y estabilizado los corales prioritarios y solo quedan fragmentos u corales pequeños por rescatar, dando paso a la Etapa 3: Posrespuesta.

La **respuesta inmediata** se centra en atender de forma urgente al arrecife después del impacto de un fenómeno meteorológico. El objetivo principal

de esta fase es clasificar los daños causados, prevenir daños posteriores y evitar la pérdida de corales clave que cumplen funciones ecológicas en el ecosistema.

Esta etapa corresponde al periodo de intervención directa en el agua que se lleva a cabo en cuatro fases principales:

1. Clasificación de daños después del impacto de un huracán o tormenta.
2. Limpieza y remoción de escombros que representen riesgo para los corales o dificulten las actividades de la brigada.
3. Recolección y estabilización de corales.
4. Marcaje y mapeo de las zonas intervenidas.

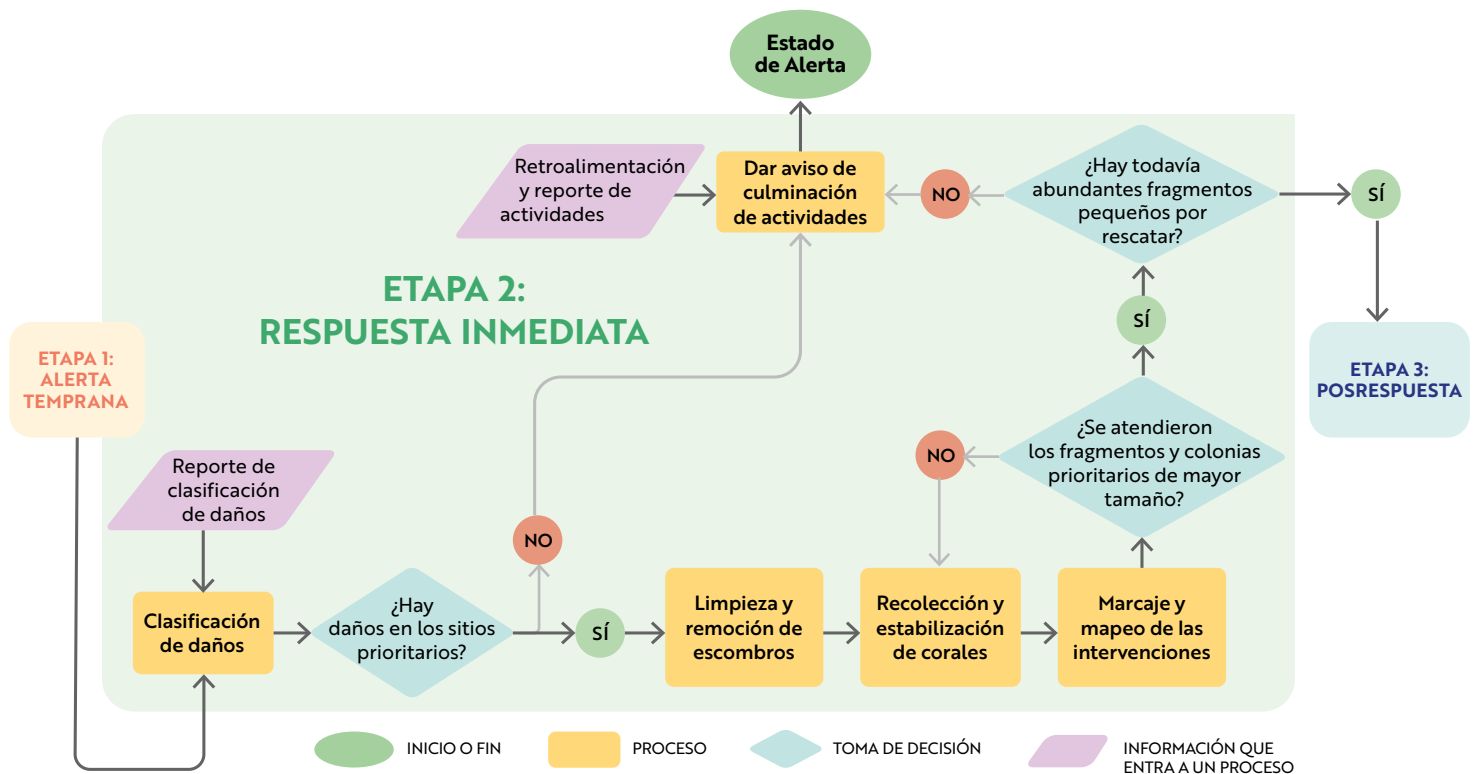


FIGURA 8. Diagrama de toma de decisiones para atender la respuesta inmediata.

2.1 PROCEDIMIENTOS PREPARATIVOS PARA LAS SALIDAS

La preparación previa a una salida de campo es fundamental para garantizar la seguridad del equipo, la eficiencia en el uso de recursos y el cumplimiento de los objetivos de la actividad. Una planificación adecuada permite anticipar necesidades, asignar responsabilidades, prever riesgos y asegurar que toda la información y los materiales requeridos estén disponibles al momento de la maniobra. Para lograr este objetivo se proponen los siguientes recursos:

a) Planificador de actividades

Para las actividades de respuesta inmediata es indispensable una planeación previa especificando las tareas y responsables. Para llevar a cabo una respuesta primaria exitosa, se recomienda cumplir con las actividades presentadas en el Planificador de Actividades de la Etapa 2 (Figura 9).

b) Propuesta de Plan de Acción

Para cada acción que se realice en campo es indispensable elaborar previamente una Propuesta de Plan de Acción. Este documento debe detallar toda la información necesaria para su correcta ejecución, incluyendo:

- El nombre y coordenadas del sitio de intervención y el tipo de embarcación y tripulación necesarias.
- Una revisión de las condiciones meteorológicas y aspectos a tener en cuenta.
- Los recursos y materiales específicos que deben prepararse antes de la maniobra.
- El número y perfil de brigadistas requeridos.
- Una descripción de la maniobra, con la asignación de responsables y sus funciones específicas.
- Formatos de campo que se utilizarán.
- Detalles de la información que se debe recopilar durante la actividad.
- Las consideraciones particulares para la maniobra.

c) Herramientas y recursos para la respuesta primaria

Para todas las salidas de campo se requiere una lista de materiales que aplican para todas las salidas y algunos recursos únicos para cada una de las maniobras. La Figura 10 especifica los recursos y herramientas para tener en cuenta de manera general en todas las acciones y los recursos específicos para cada una de las actividades de la respuesta primaria.

d) Procedimientos de seguridad y listados de tareas

Para todas las acciones de campo es indispensable seguir los protocolos de seguridad y completar una lista de verificación antes de cada salida, con el fin de garantizar su cumplimiento. Esta lista permite confirmar que se cuenta con todo el equipo necesario y que se han cumplido los requisitos de seguridad antes del embarque. El listado puede complementarse con la lista de verificación de seguridad que se encuentra en el [ANEXO 6](#).

Una parte crucial del éxito de la maniobra es asegurar que todos los integrantes, incluidos brigadistas, tripulación y personal de apoyo externo, comprendan claramente la actividad a realizar. Para ello, se realiza una reunión descriptiva previa a la salida, siguiendo el esquema propuesto en el [ANEXO 7](#) y la Propuesta de Plan de Acción como guía.

Al final de cada salida, se debe completar la lista de verificación correspondiente y llevar a cabo una reunión de retroalimentación sobre la maniobra realizada ese día. Este espacio permite compartir información relevante sobre la actividad. Para ello, se realiza una **reunión de retroalimentación después de la salida**, siguiendo el esquema propuesto en el [ANEXO 8](#).

PLANIFICADOR DE ACTIVIDADES » ETAPA 2: RESPUESTA INMEDIATA

ESTRUCTURA ORGANIZATIVA Y COORDINADORA	VINCULACIÓN INSTITUCIONAL Y CUMPLIMIENTO NORMATIVO	<input type="checkbox"/> Comunicar con autoridades locales las acciones de la brigada <input type="checkbox"/> Gestionar con autoridades la recolección de basura y escombros <input type="checkbox"/> Asegurar el acceso a los permisos de manejo de especies
	GESTIÓN INTERNA	<input type="checkbox"/> Establecer información necesaria de ser recabada durante las maniobras <input type="checkbox"/> Recopilar información de resultados de actividades
	GESTIÓN FINANCIERA	<input type="checkbox"/> Gestionar financiamiento de emergencia <input type="checkbox"/> Comunicar disponibilidad de recursos <input type="checkbox"/> Seguimiento y comprobación de gastos
	SOPORTE TÉCNICO-CIENTÍFICO	<input type="checkbox"/> Compartir recursos y material guía de diferentes actividades a realizar <input type="checkbox"/> Actualizar bases de datos
	SEGURIDAD Y GESTIÓN DE RIESGOS	<input type="checkbox"/> Establecer persona responsable en tierra como punto de contacto en cada salida
	COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN	<input type="checkbox"/> Lanzar comunicados de convocatoria a las maniobras <input type="checkbox"/> Crear material de difusión
ESTRUCTURA OPERATIVA	COORDINACIÓN DE LA OPERACIÓN	<input type="checkbox"/> Elaborar Propuesta de Plan de Acción de la maniobra, estableciendo requerimientos de materiales, personal, embarcaciones y tanques. <input type="checkbox"/> Actualizar inventario después de cada salida y reabastecer lo necesario (ANEXO 5) <input type="checkbox"/> Indicar información necesaria a ser recabada de cada acción (clasificación de daños, escombros removidos, # de corales estabilizados, etc.)
	FORTALECIMIENTO Y CAPACITACIÓN	<input type="checkbox"/> Recopilar información de aspectos positivos y por mejorar durante maniobras (técnicas, eficiencia, seguridad) <input type="checkbox"/> Refrescar información de manejo de herramientas, escombros y corales <input type="checkbox"/> Llevar a cabo reunión de retroalimentación postsalida (ANEXO 8) <input type="checkbox"/> Guiar brigadistas para la documentación de resultados de maniobra
	IMPLEMENTACIÓN DE PROTOCOLOS DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> Asignar a persona responsable de seguridad en cada maniobra <input type="checkbox"/> Llevar a cabo reunión informativa de la maniobra estableciendo responsabilidades y roles específicos (ANEXO 7) <input type="checkbox"/> Elaborar chequeo de seguridad previo a cada salida (ANEXO 6) <input type="checkbox"/> Dar aviso de inicio de actividades a encargado en tierra <input type="checkbox"/> Reporte de riesgos identificados durante las acciones
ESTRUCTURA DE RESPUESTA	IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES	<input type="checkbox"/> Responder llamados de convocatoria <input type="checkbox"/> Leer la Propuesta de Plan de Acción y resolver dudas previo a las salidas <input type="checkbox"/> Apoyar en preparación de materiales previo a la salida <input type="checkbox"/> Ejecutar acciones de respuesta inmediata (clasificación de daños, limpieza y remoción de escombros, estabilización de fragmentos y mapeo y marcaje de zonas de intervención) <input type="checkbox"/> Recopilar y compartir información indicada para cada maniobra (ANEXOS 10, 11, 12 y 13) <input type="checkbox"/> Participar activamente en reunión de retroalimentación de la salida <input type="checkbox"/> Apoyar en la limpieza y reabastecimiento de materiales postsalida <input type="checkbox"/> Apoyar en la elaboración de reportes de cada salida (ANEXO 9)

FIGURA 9. Planificador de Actividades de la Etapa 2 - Respuesta Inmediata.

Asimismo, se recomienda elaborar un breve informe que resuma la actividad, incluyendo las acciones realizadas, los datos obtenidos durante la salida y los aspectos a mejorar identificados en la reunión de retroalimentación. Para la elaboración de este informe, se sugiere utilizar el formato disponible en el [ANEXO 9](#).

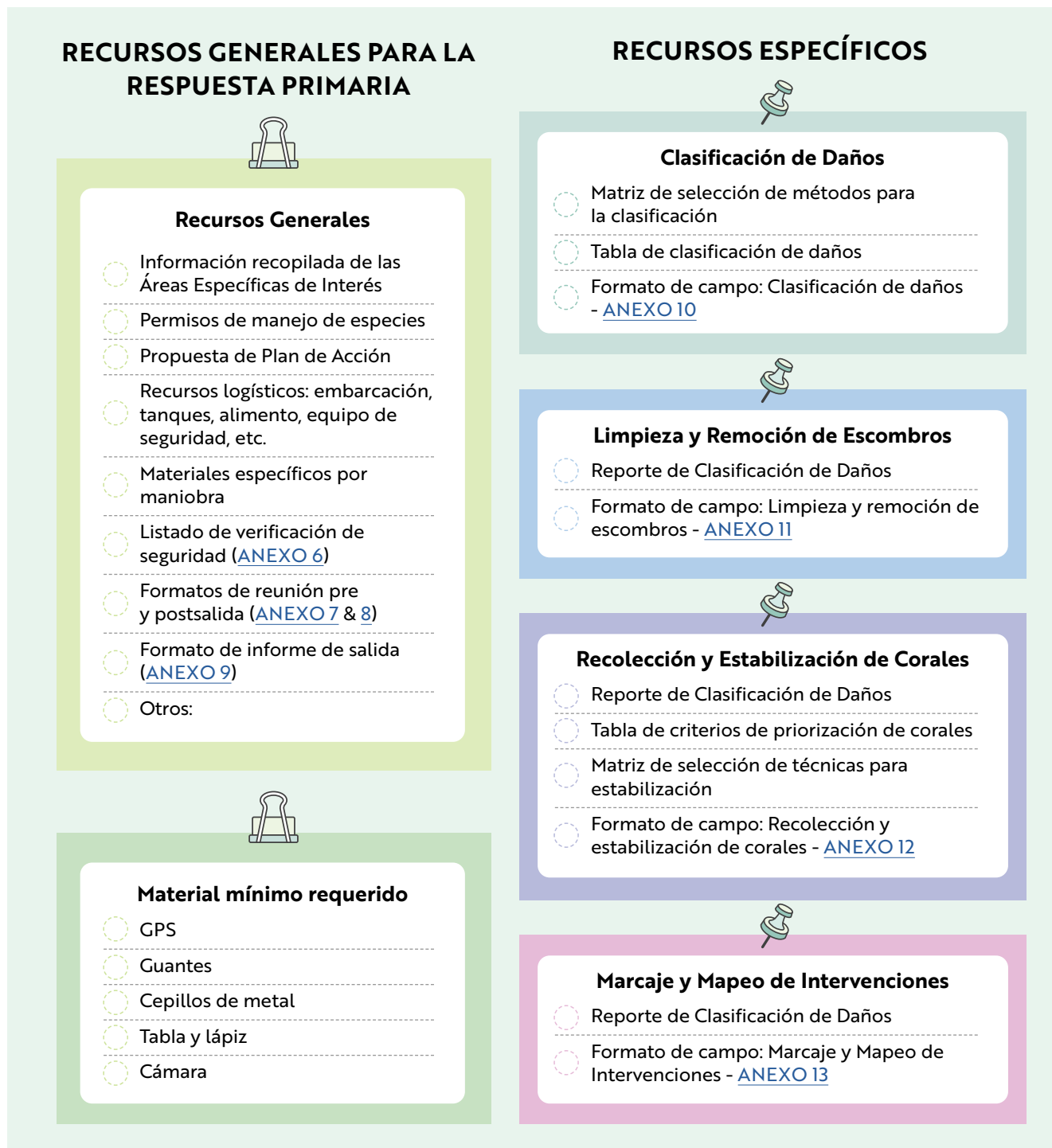


FIGURA 10. Recursos necesarios para las salidas de la Etapa 2: Respuesta inmediata.



LISTADO DE TAREAS DE SEGURIDAD PRESALIDA

- Revisar lista de participantes y roles asignados
- Evaluación de condiciones físicas / emocionales del grupo
- Asignación de responsable de seguridad
- Llevar a cabo reunión informativa de seguridad y revisión de equipo
- Revisión de condiciones ambientales
- Revisión de embarcación (condición, combustible, chalecos, radios, botiquín)
- Revisión de material y equipo de trabajo
- Repaso y coordinación de plan de trabajo y tiempos de actividad

FIGURA 11. Lista de verificación de seguridad presalida.



LISTADO DE TAREAS DE SEGURIDAD POSTSALIDA

- Recopilación de datos generados durante la actividad
- Discusión de riesgos identificados durante la maniobra y estrategias de mitigación
- Charla de retroalimentación del equipo y maniobra
- Lavado y mantenimiento de materiales usados
- Llenado de bitácora de actividad
- Devolución de tanques y materiales

FIGURA 12. Lista de tareas postsalida.

2.2 CLASIFICACIÓN DE DAÑOS

Durante la clasificación de daños, el objetivo principal es identificar el estado del arrecife después de una tormenta o un huracán y clasificarlos utilizando la tabla de clasificación de daños (Tabla 3). Este paso facilita la planeación y ejecución de las acciones posteriores de limpieza y remoción de escombros, así como la recolección y estabilización de corales. La información recopilada se debe centrar en tres aspectos principales, tal como se indica en el formato de clasificación de daños del [ANEXO 10](#) para el cuál se presenta una versión simplificada y una versión detallada:

1. Presencia de escombros y/u objetos externos

2. Acumulación de sedimento y pedacería, y evidencia de erosión del tejido coralino
3. Condición de los corales, considerando:
 - a. Nivel de fragmentación
 - b. Desprendimiento de colonias

Durante esta fase, se recomienda recopilar la mayor cantidad de información posible sobre la condición de los sitios afectados tras el impacto de un huracán o tormenta. Esta información será fundamental para planear adecuadamente las maniobras posteriores.

Durante la fase de clasificación de daños, cada integrante del equipo tendrá roles y responsabilidades claramente definidos, los cuales se describen en el planificador de la Etapa 2.

Esta asignación permite asegurar una ejecución ordenada y eficiente del proceso, facilitando la recopilación de información precisa sobre el estado del arrecife. Cada rol debe ser desempeñado conforme a lo establecido, asegurando la coordinación entre brigadistas, el uso adecuado de metodologías estandarizadas y la aplicación correcta de los criterios de clasificación.

a) Insumos para la clasificación de daños



Clasificación de Daños

- Matriz de selección de métodos para la clasificación

- Tabla de clasificación de daños

- Formato de campo: Clasificación de daños
- [ANEXO 10](#)

*Se asume que para todos los métodos se requieren condiciones básicas de navegación y visibilidad mayor a 2 m.

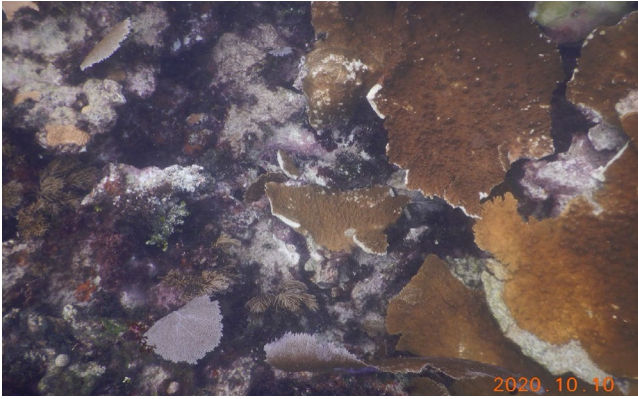
Técnica	Profundidad Ideal	Alcance de área	Beneficios	Limitantes	Equipo específico requerido	Personal requerido por zona
Prospección con buceo autónomo	Mayor a 2 metros	Bajo (0 a 100 metros)	- Observación detallada de daños	- Alcance limitado de área a evaluar - Entre 50 y 80 minutos disponibles (por inmersión) - Tiempos de no descompresión	- Equipo SCUBA - Tanques de buceo - Embarcación de tipo y tamaño adecuado	3 a 5 buzos
Recorrido en esnórquel	0 a 10 metros	Medio (100 a 500 metros)	- Observación detallada de daños	- Alcance de área evaluada se rige por resistencia / aguante de brigadistas - Visibilidad puede limitar la evaluación	- Equipo básico (máscara, esnórquel, aletas)	3 a 5 esnórqueles
Arrastre en esnórquel/ Manta Tow	5 a 10 metros	Alto (+ de 500 metros)	- Abarca grandes distancias - Observación general	- No apto en arrecifes someros - Poco detalle en las observaciones	- Equipo básico - GPS - Cuerda - Manta Tow (opcional)	Equipo de 3 personas mínimo Capitán con experiencia e informado de la actividad
Vuelo de dron	0 a 7 metros	Alto (+ de 500 metros)	- Provee información para fotogrametría y generación de mapas. - Se genera un registro histórico	- Condiciones sin oleaje - Horarios de trabajo limitados por reflejo de luz - Tiempo de posprocesamiento, costo del equipo, vida de baterías	- Dron y equipo asociado (baterías, tarjetas SD, etc.) - Equipo y software de análisis de imágenes	Personal capacitado para manejo de dron

TABLA 2. Matriz de selección de métodos para la clasificación de daños.

TABLA DE CLASIFICACIÓN DE DAÑOS

Nivel	Categoría	Lo que ves			% de colonias de coral afectadas	Acciones de respuesta requeridas	
		Objetos externos o escombros	Sedimento & pedacería/ Erosión del tejido coralino	Condición de los corales			
0	Sin Daño	No se encuentran objetos externos o escombros	No hay sedimento ni pedacería encima de corales vivos	Los corales están intactos. No hay daños recientes visibles ni corales rotos debido a la tormenta	0%	NO	
1	Daño Menor	Algunos objetos externos pequeños o escombros encontrados, fácilmente extraíbles	Algo de sedimento y poca pedacería sobre corales vivos	Nivel de fragmentación bajo: Algunas colonias de coral con partes o ramas rotas	Desprendimiento de colonias: No hay colonias desprendidas o volcadas	1% - 25%	Acciones son opcionales si el tiempo y presupuesto lo permiten
2	Daño Mayor	Grandes cantidades de objetos externos y/o escombros observados Actividades de remoción de basura son necesarias	Mucho sedimento y pedacería sobre colonias de coral vivas Actividades de remoción de escombros y sedimento son necesarias	Nivel de fragmentación alto: Muchas colonias de coral con ramas o partes rotas. Fragmentos visibles en el fondo marino Actividades de recolección y estabilización de corales son necesarias	Desprendimiento de colonias: Presencia de colonias desprendidas o volcadas	26-75%	Primera Prioridad
3	Daño Extremo	Grandes cantidades de objetos externos y/o escombros observados Actividades específicas de remoción de basura son necesarias	Grandes áreas arrasadas o cubiertas por pedacería	La mayoría de colonias de coral han sido destruidas	Más del 76%	Contactar programas de restauración locales	

TABLA 3. Tabla de clasificación de daños.



Ejemplo de daño menor: Presencia de puntas rotas.
Autora: Andrea Marina Sánchez López.



Ejemplo de daño mayor: Presencia de colonias desprendidas y volteadas. Autora: Arcelia Romero Nava.

2.3 LIMPIEZA Y REMOCIÓN DE ESCOMBROS

Aunque la planificación previa de las acciones facilita una maniobra segura, los brigadistas deben siempre tener en mente la prioridad de su seguridad. Antes de acercarse, buzos y esnorquelistas deben revisar el área en busca de posibles peligros y aproximarse a los escombros de manera cuidadosa, especialmente al manipular objetos grandes o peligrosos, como metal, vidrio u objetos punzantes.

Si durante la clasificación de daños se identifican objetos ajenos al arrecife, una de las acciones prioritarias consiste en su limpieza y remoción. Esta medida contribuye a crear un entorno de trabajo seguro para los brigadistas y, al mismo tiempo, previene daños adicionales que puedan generarse por el movimiento o impacto de estos objetos sobre los corales. La planificación de la maniobra de limpieza debe basarse en los hallazgos obtenidos de la clasificación de daños, anticipando la necesidad de utilizar embarcaciones más grandes o bolsas de izaje para retirar objetos pesados o de gran tamaño.

Durante la limpieza, los brigadistas se encargan de remover cualquier objeto ajeno al arrecife, sean elementos naturales (ramas, troncos o árboles) o antropogénicos (desechos sólidos, camastros

y sombrillas, escombros). Estas acciones deben repetirse tantas veces como sea necesario hasta asegurar que el área quede completamente libre de escombros derivados del desastre, garantizando así condiciones seguras para los brigadistas durante la fase de rescate. Toda la información recabada, debe ser documentada en el formato correspondiente ([ANEXO 11](#)) con el fin de mantener un registro detallado de las intervenciones realizadas por la brigada.

Finalmente, una vez concluida la maniobra, es necesario notificar a la persona responsable en tierra para coordinar la recolección y disposición adecuada de los objetos retirados.

a) Insumos para la limpieza y remoción de escombros



Limpieza y Remoción de Escombros

- Reporte de Clasificación de Daños
- Formato de campo: Limpieza y remoción de escombros - [ANEXO 11](#)

2.4 RECOLECCIÓN Y ESTABILIZACIÓN DE CORALES

Una vez finalizada la etapa de limpieza y remoción de escombros, se deben revisar los resultados obtenidos durante la clasificación de daños para planear de manera adecuada la fase de recolección y estabilización de los corales. Con base en esta evaluación, se determinará la estrategia logística de la operación, que deberá considerar:

- Los días necesarios para realizar las maniobras
- El número de embarcaciones a utilizar
- El número de brigadistas requeridos
- Los materiales y herramientas necesarios
- Un plan de rescate eficiente y adaptado a las condiciones identificadas.

El objetivo principal de esta fase es recuperar la mayor cantidad de tejido coralino vivo y sano de corales duros y estabilizarlos de forma adecuada para asegurar su sobrevivencia y potencial crecimiento.

a) Insumos para la recolección y estabilización de corales



Recolección y Estabilización de Corales

- Reporte de Clasificación de Daños
- Tabla de criterios de priorización de corales
- Matriz de selección de técnicas para estabilización
- Formato de campo: Recolección y estabilización de corales- [ANEXO 12](#)

b) Priorización de corales

El proceso de recolección de corales inicia con la identificación y selección de fragmentos o colonias viables, considerando especialmente aquellos que presenten la mayor cantidad de tejido de coral vivo y sano. Para hacer la selección, se aplican los siguientes criterios de priorización:

Criterio	Prioridad Alta	Prioridad Baja	No prioritario	No rescatable
Tamaño	Grandes (mayor a 100 cm)	Medianos (100 a 30 cm)	Chicos (menos a 30 cm)	n/a
Porcentaje de tejido vivo	Más del 50%		Menos del 50%	n/a
Estado de salud	Sin signos de enfermedad			Presencia de enfermedad*
Coloración	Color vibrante	Pálidos	Blanqueados	n/a

* Los corales enfermos encontrados no deben ser manipulados para prevenir la transmisión de la enfermedad a otros corales. Estos corales son considerados "no rescatables".

TABLA 4. Criterios de priorización para el rescate de corales.

Ejemplos de recolección de corales



a) Brigadista inspecciona los fragmentos de coral para llevar a cabo una recolecta adecuada. Autora: María del Carmen García Rivas.



b) Traslado de fragmentos a sitios aptos para estabilización. Autora: Arcelia Romero Nava.



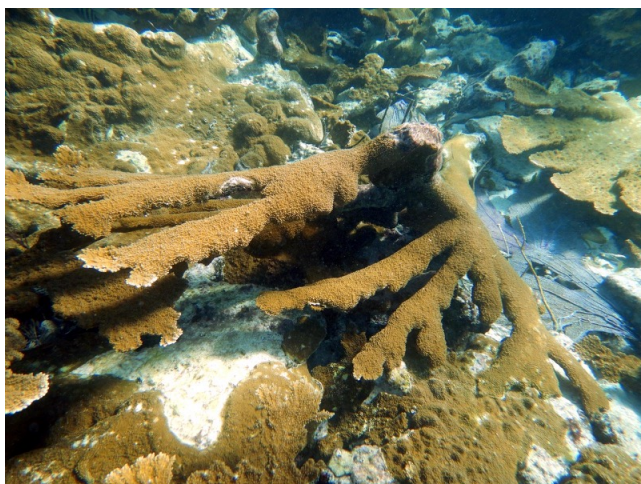
c) Dos brigadistas en coordinación durante el traslado de corales de áreas inestables a zonas adecuadas para la estabilización. Autora: Arcelia Romero Nava.



d) Recolecta de fragmentos medianos en jaba. Autor: David González Vázquez.

Con base en los criterios de priorización previamente establecidos, la planificación de la respuesta debe ajustarse a las capacidades existentes, el presupuesto disponible y la disponibilidad de brigadistas. Siempre priorizando el rescate de la mayor cantidad de tejido sano.

Ejemplos de corales prioritarios de rescate



a) Colonia grande de *Acropora palmata* volteada.
Autora: Claudia Padilla Souza.



b) Colonia grande de *Agaricia tenuifolia* desprendida.
Autora: Sara Gutiérrez Plata.



c) Fragmento grande de *Orbicella annularis* desprendido. Autora: Sara Gutiérrez Plata.



d) Fragmentos de *Acropora cervicornis*. Autor: TASA.

Corales menos prioritarios por rescatar



a) Fragmentos pequeños de *Acropora palmata*.
Autora: Erika Y. Hernández Ortiz.



b) Colonia mediana de *Acropora palmata* blanqueada. Autora: Andrea Marina Sánchez López.



c) Fragmentos de *Acropora palmata* erosionados y pequeños. Autora: Andrea Marina Sánchez López.

Corales no rescatables



a) *Acropora palmata* enferma, no rescatable.
Autora: Sara Gutiérrez Plata.



b) Coral cerebro enfermo, no rescatable. Autora: Sara Gutiérrez Plata.



c) Coral laberinto enfermo, no rescatable. Autora: Sara Gutiérrez Plata.

c) Selección de sustrato

Una vez identificados los corales a rescatar y definidas las zonas de intervención, se procede a seleccionar de manera cuidadosa el sustrato para la estabilización. Esta selección es crítica, ya que la elección adecuada del sustrato influye directamente en el éxito de los esfuerzos de rescate y en la supervivencia de los fragmentos coralinos. La selección debe considerar factores como la firmeza del sustrato, su estabilidad frente al oleaje, compatibilidad ecológica, y

facilidad para la fijación de los corales. Una vez seleccionado el sustrato idóneo, se procede a su preparación, lo que puede incluir limpieza localizada, ajuste de superficies, aplicación de fijadores o instalación de estructuras de soporte según sea necesario, a fin de lograr una estabilización exitosa.

En la Figura 16, se describen los pasos para una selección y preparación del sustrato, así como los aspectos clave a considerar.



FIGURA 16. Pasos para selección y preparación de sustrato.



a) Esqueleto de coral montañoso apto para estabilización de corales. Autora: Andrea Izaguirre.



b) Sustrato inestable no apto para estabilización de corales. Autora: Sara Gutiérrez Plata.

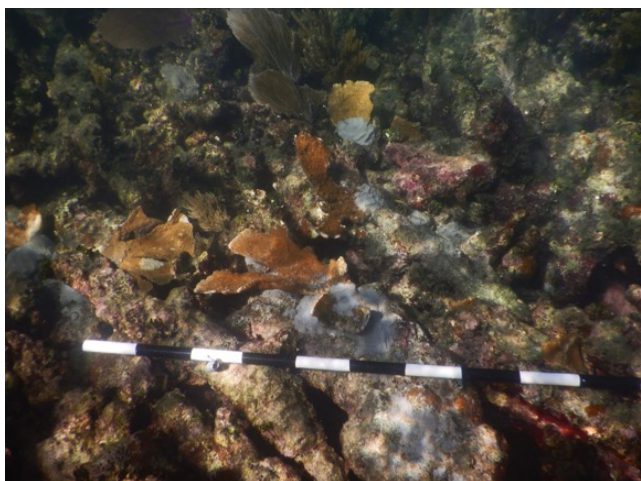
d) Estabilización de corales

La estabilización de corales es una acción crucial de la respuesta. La selección de la técnica para hacerlo dependerá de varios factores clave como la cantidad de fragmentos a rescatar, el tipo y características del sustrato en el sitio, el tipo y tamaño del coral, así como la disponibilidad de materiales, herramientas y recursos.

Para orientar este proceso, se presenta una matriz de selección de técnicas de estabilización (Tabla 5), diseñada para facilitar una elección adaptada a las diferentes necesidades, considerando el alcance y las limitaciones específicas de cada situación.

Cada brigadista es responsable de registrar, en el formato establecido en el [ANEXO 12](#), la cantidad de fragmentos rescatados y la técnica de estabilización empleada. Este registro es esencial para una adecuada planificación de las acciones de seguimiento y monitoreo posteriores.

El formato puede adaptarse a las capacidades y los conocimientos del grupo. No obstante, cuanto más detallada sea la información recopilada durante el rescate, mayor será la calidad y precisión del seguimiento que podrá realizarse posteriormente.



a) Estabilización con cemento. Autor: David González Vázquez.



b) Estabilización con cinchos, resaltando la importancia de cortar el material excedente. Autor: TASA.



c) Estabilización con taladro neumático. Autor: John Bodden.

Técnica	Tamaño de fragmentos y colonias que permite atender			Cantidad de corales que permite atender	Tipo de sustrato necesario	Beneficios	Limitantes	Equipo requerido	Costo
	Pequeño	Mediano	Grande						
Apuntalamiento	✓	✗	✗	Gran cantidad	Relieve y orificios de diferentes tamaños	- Rápido - Permite trabajar muchos fragmentos	- No asegura estabilización - Se requiere sustrato duro con suficientes orificios de diferentes tamaños	Ninguno	\$- Muy bajo
Cemento	✓	✓	✗	Gran cantidad	Cualquier sustrato fijo	- Asegura estabilización - Permite trabajar muchos fragmentos - Estabiliza en cualquier sustrato fijo	- Marejada o corriente fuerte puede afectar el fraguado y estabilización - Volátil en el ambiente - Difícil de transportar: mayor peso en embarcación y traslado de materiales - Ensucia embarcación y materiales (requieren tiempo de limpieza)	Kit de cemento • Lona • Recipiente • Palas • Cuantes • Bolsas • Ligas • Aditivo	\$\$- Bajo
Apuntalamiento & Cemento	✓	✓	✓	Gran cantidad	Relieve y orificios de diferentes tamaños	- Asegura máxima estabilización - Permite trabajar muchos fragmentos	- Requiere sustrato duro con suficientes orificios de diferentes tamaños - Marejada o corriente fuerte puede afectar fraguado y estabilización - Volátil en el ambiente - Cemento es difícil de transportar: mayor peso en embarcación y traslado de materiales - Ensucia embarcación y materiales (requieren tiempo de limpieza)	Kit de cemento • Lona • Recipiente • Palas • Cuantes • Bolsas • Ligas • Aditivo	\$\$- Bajo
Cinchos	✓	✓	✗	Igual al número de cinchos que se tengan	Relieve, orificios y protuberancias	- Fija firme y rápidamente - Se pueden unir varios cinchos - Se puede combinar con cemento mientras fragua y después se retira - Reutilizable (bajo consideración)	- Tamaño de cincho puede limitar el tamaño de coral que se puede fijar - Uso de plástico - Requiere sustrato duro con protuberancias para fijar	- Cinchos - Tijeras - Bolsa de residuos	\$\$- Bajo
Hilo alquitrinado	✓	✓	✓	Cantidad moderada	Relieve, orificios y protuberancias	- Bajo costo - Versátil	- Se requiere experiencia en nudos para asegurar fijación - Requiere sustrato duro con protuberancias para amarrar - Hilo es colonizado rápidamente por algas que pueden afectar salud del coral	- Hilo - Tijeras	\$\$- Bajo
Plastilina epóxica	✓	✗	✗	Cantidad moderada	Cualquier sustrato fijo	- Asegura estabilización - Estabiliza en cualquier sustrato fijo	- Después de mucho tiempo en el agua de mar puede perder su adherencia - Altos costos, poco alcance	- Plastilina epóxica	\$\$\$- Alto
Taladro neumático	✗	✓	✓	Poca cantidad	Cualquier sustrato fijo	- Fijación máxima de colonias grandes - Estabiliza en cualquier sustrato fijo	- Técnica con mayor riesgo de accidente - Poco alcance - Requiere más tiempo por coral	Kit de taladro neumático • Taladro • Regulador • Broca • Plastilina epóxica o cemento • WD40 • Tanques extra	\$\$\$- Alto

TABLA 5. Matriz de selección de técnicas de estabilización.

2.5 MARCAJE Y MAPEO DE INTERVENCIONES

El seguimiento a las acciones de rescate es un componente clave para evaluar la efectividad y el éxito de las intervenciones realizadas. Para realizar un seguimiento efectivo, es fundamental identificar con precisión el área intervenida y el número total de corales rescatados, con el fin de seleccionar una muestra representativa para el monitoreo. Mientras mayor sea la proporción de área y corales monitoreados, más robustos serán los datos obtenidos. Sin embargo, considerando posibles limitaciones de recursos, tiempo y la disponibilidad de brigadistas, se recomienda monitorear en la medida de lo posible el **30% de los corales rescatados**. Es indispensable marcar y mapear adecuadamente las colonias y las áreas intervenidas, lo que permitirá regresar a los sitios y realizar el seguimiento de manera precisa.

Si las condiciones del sitio lo permiten, se sugiere establecer cuadrantes de rescate, en los cuales se pueda estabilizar una cantidad determinada de corales y marcarlos para su monitoreo posterior. En caso de que no haya espacio suficiente para establecer cuadrantes fijos, se pueden delimitar **Zonas Específicas de Intervención (ZEI)** utilizando registros de GPS (rutas), lo que facilita la georreferenciación y el acceso futuro a los puntos intervenidos. La información de marcaje obtenida se debe recopilar en una tabla donde se unifiquen estos datos en el formato sugerido en el [ANEXO 13](#).

a) Insumos para el mapeo y marcaje de intervenciones



Marcaje y Mapeo de Intervenciones

- Reporte de Clasificación de Daños
- Formato de campo: Marcaje y Mapeo de Intervenciones- [ANEXO 13](#)

b) Mapeo

Se recomienda delimitar el perímetro de las áreas donde se realizaron las intervenciones de recolección y estabilización de corales conocidas como Zonas Específicas de Intervención (ZEI) utilizando un GPS. Esto permitirá calcular con precisión el área intervenida, un dato clave para determinar el alcance de las acciones realizadas. A cada ZEI se le puede agregar información complementaria, como: nombres de los brigadistas participantes, el número total de corales rescatados, fecha de intervención, técnica de estabilización utilizada.

c) Marcaje de corales rescatados

Como se mencionó anteriormente, se recomienda dar seguimiento a un aproximado del 30% de los corales rescatados. Para ello, es necesario marcar los fragmentos o colonias seleccionados con señales visibles que permitan su identificación como individuos a monitorear.

PUNTOS CLAVE: MAPEO Y MARCAJE DE LAS INTERVENCIONES

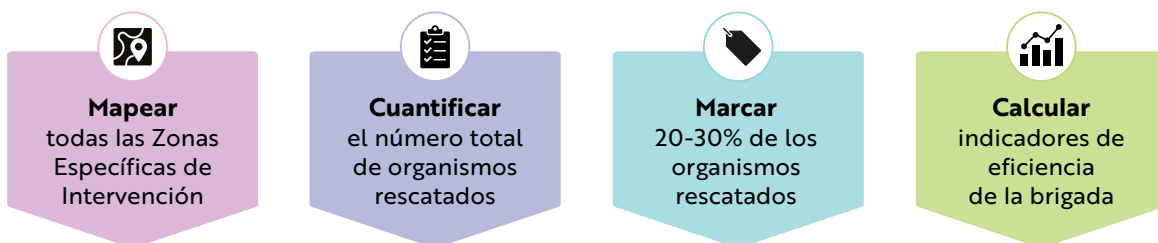


FIGURA 17. Puntos clave para recordar durante el mapeo y marcaje de las intervenciones.



Ejemplos de diferentes marcas de plástico que se pueden usar para el marcaje de corales rescatados. Autora: Sara Gutiérrez Plata.

Aunque no es indispensable utilizar marcas numeradas, contar con identificadores individuales puede ser de gran utilidad en caso de que, a futuro, se desee realizar un monitoreo más detallado, como el seguimiento a tasas de crecimiento en el futuro.

d) Indicadores de eficiencia

Además del marcaje y monitoreo en campo, es fundamental recopilar información que permita calcular la eficiencia operativa de la brigada durante

el rescate. Este indicador se basa en el tiempo invertido y el número de personas involucradas para rescatar una cantidad determinada de corales. Esta métrica es clave para proyectar las capacidades y necesidades operativas de la brigada en futuros esfuerzos de rescate. Esto servirá como un indicador para optimizar la asignación de recursos humanos y materiales, informar procesos de gestión y toma de decisiones, y respaldar solicitudes de financiamiento, demostrando la capacidad de respuesta y eficiencia del equipo.

Tasa de rescate por hora: Mide cuántos corales pueden rescatarse por cada persona en una hora, evaluando la productividad del equipo.

$$\text{Tasa de rescate por hora} = \frac{\text{Número de corales rescatados}}{(\# \text{ de brigadistas} \times \text{horas trabajadas})}$$

Cobertura de área: Mide cuánta área puede cubrir la brigada en función del tiempo y las personas disponibles, ayudando a estimar la capacidad de respuesta en eventos de diferentes magnitudes.

$$\text{Cobertura de área por jornada} = \frac{\text{Área intervenida}}{(\# \text{ de brigadistas} \times \text{horas de trabajo})}$$

Estos son algunos indicadores que permiten evaluar la eficiencia de la brigada; sin embargo, también se pueden adaptar otros indicadores relevantes según las características de las zonas o proyectos específicos. El registro sistemático de estos datos contribuye a una planificación más sólida, a la justificación de las inversiones y a la promoción de una mejora continua en el desempeño de las brigadas.



Inicia: Cuando se hayan completado las acciones de respuesta inmediata

Puede continuar: dependiendo de los acuerdos con programas y redes de restauración

3.1 MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE ACCIONES DE RESCATE

El monitoreo y seguimiento de las acciones permiten evaluar la eficacia de la brigada, verificar que las técnicas empleadas se han aplicado correctamente y si los objetivos del rescate han sido alcanzados. Por ello, se recomienda enfocar el seguimiento en los dos indicadores principales: la **estabilidad** y la **supervivencia** de los corales rescatados. Posteriormente, y siempre que los recursos lo permitan, se podrán incorporar mediciones de crecimiento y monitoreos más detallados.

La **estabilidad** se evalúa mediante observación directa y un ligero contacto físico con los fragmentos, asegurando que estén firmemente fijados al sustrato. Según la experiencia del grupo, también pueden registrarse señales adicionales, como cicatrización en la base del coral y crecimiento de tejido sobre el sustrato, ya que estas indican una fijación exitosa.

La **supervivencia** se determinará a través de la observación directa, registrando si el coral está vivo o muerto. Según la experiencia del grupo, pueden incluirse datos más detallados, como el porcentaje de tejido vivo o muerto, la presencia de enfermedades visibles y los signos de palidez y blanqueamiento.



Monitoreo de arrecife de coral. Autor: Roatán Marine Park

Cuanta más información se recopile durante el monitoreo, más robusto será el seguimiento a las acciones de rescate. Esto no solo mejora la evaluación técnica, sino que también fortalece la capacidad del equipo para ajustar estrategias, justificar resultados y comunicar impactos.

El calendario sugerido para las acciones de monitoreo se muestra en la Tabla 6.

Además del registro de datos, es esencial crear una base de datos estructurada que facilite el almacenamiento, la organización y la gestión eficiente de la información recopilada. Esta base debe estar diseñada para garantizar su seguridad, accesibilidad y facilidad de uso, permitiendo realizar análisis posteriores, optimizar el manejo de los datos y respaldar decisiones fundamentadas en evidencia. Es importante que la base de datos contenga los mismos campos y tipo de información que los formatos utilizados en campo para asegurar que se está recopilando la totalidad de la información evitando pérdidas o errores en la transferencia de datos.

ID de Monitoreo	Días posintervención	Objetivo
0 - Línea base	Previo a la intervención	La línea base permite conocer las condiciones del área antes de las intervenciones de la brigada y tener una línea de comparación después de las intervenciones, dando más valor a los esfuerzos de rescate.
1 - Supervivencia inicial	15-30 días	Cuantificar la supervivencia inmediata de los fragmentos y si el proceso de estabilización fue exitoso. Nota: En caso de encontrar fragmentos no estables se pueden planear acciones de reparación.
2 - Permanencia	Cada 3-6 meses	Cuantificar la permanencia de la población, una vez se termine el estrés de la fragmentación y del rescate.

TABLA 6. Frecuencia para las acciones de monitoreo.

3.2 ESTABLECIMIENTO DE VIVEROS DE CORAL

En caso de detectar una gran cantidad de corales pequeños clasificados como “no prioritarios” y aún no atendidos, se recomienda considerar la implementación de viveros de resguardo. Esta estrategia optimiza el rescate y el aprovechamiento del tejido coralino disponible, minimizando su pérdida. Es fundamental estimar un número aproximado de fragmentos que requieren rescate, desarrollar un plan de acción y dimensionar los recursos humanos, logísticos y materiales necesarios para esta acción.

Se recomienda coordinar con iniciativas locales de restauración, ya que estas suelen tener identificado el tipo de vivero más adecuado para la zona, protocolos de manejo y seguimiento, y experiencia técnica disponible. La brigada se enfoca principalmente en el rescate de corales después de huracanes, pero también puede brindar apoyo a los proyectos de restauración

existentes, siempre y cuando se cuente con las habilidades y capacidades requeridas.

Existen una amplia variedad de viveros que se pueden establecer para el rescate de fragmentos de coral dañados por huracanes. El objetivo principal de estos viveros es brindar estabilidad y condiciones óptimas a los corales rescatados, permitiendo su recuperación, antes de ser reubicados o integrados en proyectos de restauración. La elección del tipo de vivero dependerá de varios factores a considerar:

- Especies de coral involucradas
- Cantidad de fragmentos rescatados
- Disponibilidad de recursos humanos y materiales
- Las condiciones ambientales del sitio donde se planea establecer.

Ejemplos de recolección de corales



a) Tipo de vivero de coral colgante en la Reserva Marina de Turneffe Atoll. Autor: Turneffe Atoll Sustainability Association (TASA)



b) Tipo de vivero de coral colgante del Proyecto de Restauración del Centro Ecológico de Akumal. Autora: Sara Gutiérrez Plata.



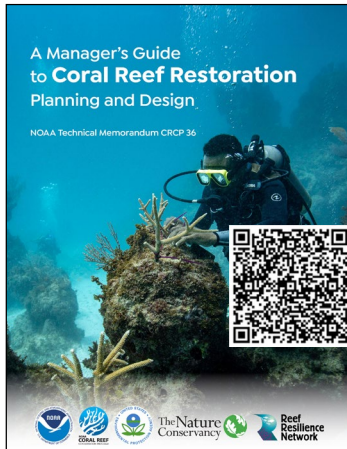
c) Tipo de vivero modular instalado en colaboración al proyecto de restauración del IMIPAS en Puerto Morelos. Autora: Sara Gutiérrez Plata.



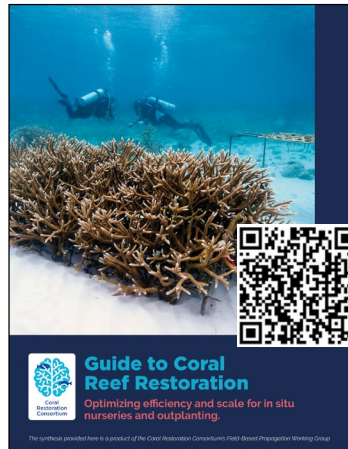
d) Tipo de vivero hexadomo de estructura fija inspirado en las Reef Stars de Mars Assisted Reef Restoration System. Autor: Jacob Rubio Molina.

Para tomar decisiones informadas sobre qué tipo de vivero elegir, se recomienda consultar fuentes especializadas que ofrecen guías actualizadas sobre restauración coralina. Entre estas se encuentran la Iniciativa Internacional de Arrecifes Coralinos (ICRI, por sus siglas en inglés), la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) y The Nature Conservancy, las cuales proporcionan una variedad de herramientas, incluidos manuales y guías prácticas sobre restauración de arrecifes, desde viveros in situ hasta la estabilización de escombros. Estos sitios se mantienen actualizados y cuentan con material disponible; algunos ejemplos se muestran a continuación:

1. *A Manager's Guide to Coral Reef Restoration Planning and Design*
NOAA- Technical Memorandum
CRCP 36_ 2020 (no existe versión
en español)



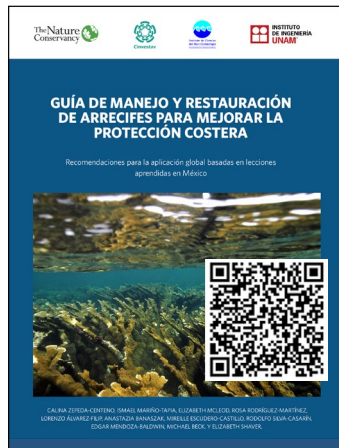
2. *Guide to Coral Reef Restoration- Optimizing Efficiency and Scale for in Situ Nurseries and Outplanting.* CRC 2025 (no existe versión en español)



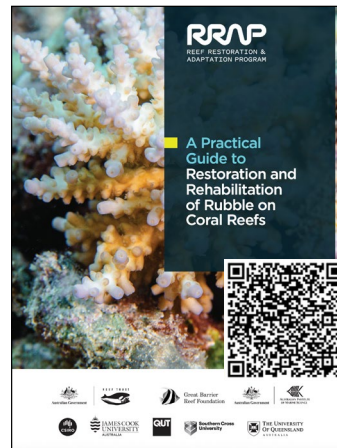
3. *Coral Reef Restoration Monitoring Guide: Methods to Evaluate Restoration Success from Local to Ecosystem Scales.* NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 279



4. *Guía de Manejo y Restauración de Arrecifes-* The Nature Conservancy 2019



5. *A Practical Guide to Restoration and Rehabilitation of Rubble on Coral Reefs*



3.3 VINCULACIÓN CON LA RED DE RESTAURACIÓN LOCAL Y REGIONAL

Las brigadas de respuesta deberían formar parte de la red de restauración de arrecifes local y regional porque tienen miembros con la capacidad de brindar apoyo y actuar rápidamente después de tormentas o huracanes. Además, se puede coordinar para que los brigadistas brinden apoyo en los esfuerzos de restauración ya existentes, al sumar voluntarios comprometidos y con experiencia en el trabajo en arrecifes. Al estar conectadas con esta red, las brigadas también pueden asegurarse de que sus acciones sigan los lineamientos de las organizaciones responsables, lo que ayuda a que el trabajo sea más seguro, coordinado y efectivo.

3.4 EVALUACIÓN Y CIERRE

Al final de la temporada de huracanes, es esencial llevar a cabo una serie de acciones de cierre operacional mediante una evaluación efectiva de la respuesta y la preparación para la próxima temporada. Es necesario emitir un aviso a la brigada y a las autoridades gubernamentales sobre la finalización de las actividades de las brigadas, y de manera interna se recomienda realizar las siguientes acciones:

PLANIFICADOR DE ACTIVIDADES » CIERRE Y EVALUACIÓN DE LA TEMPORADA

ESTRUCTURA ORGANIZATIVA Y COORDINADORA	VINCULACIÓN INSTITUCIONAL Y CUMPLIMIENTO NORMATIVO	<input type="checkbox"/> Dar comunicado de finalización de actividades de la brigada <input type="checkbox"/> Brindar apoyo en reinstalación y mantenimiento de señaléticas <input type="checkbox"/> Consolidar relaciones con aliados, instituciones y proveedores
	GESTIÓN INTERNA	<input type="checkbox"/> Planear y ejecutar reunión de cierre de temporada
	GESTIÓN FINANCIERA	<input type="checkbox"/> Generar reportes y entregables comprometidos <input type="checkbox"/> Hacer cierre de proyectos <input type="checkbox"/> Comunicar estado y cierre administrativo
	SOPORTE TÉCNICO-CIENTÍFICO	<input type="checkbox"/> Revisar y depurar bases de datos <input type="checkbox"/> Analizar datos y apoyar en el reporte de resultados de actividades
	SEGURIDAD Y GESTIÓN DE RIESGOS	<input type="checkbox"/> Generar reporte de seguridad identificando incidentes ocurridos <input type="checkbox"/> Proponer ajustes de protocolos de seguridad
	COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN	<input type="checkbox"/> Comunicar cierre de temporada <input type="checkbox"/> Compartir resultados de las acciones
ESTRUCTURA OPERATIVA	COORDINACIÓN DE LA OPERACIÓN	<input type="checkbox"/> Limpieza de cierre y reabastecimiento de materiales <input type="checkbox"/> Inventario final de materiales <input type="checkbox"/> Resguardo de equipo <input type="checkbox"/> Actualización de bitácoras de mantenimiento de equipos
	FORTALECIMIENTO Y CAPACITACIÓN	<input type="checkbox"/> Identificar áreas de mejora y documentar lecciones aprendidas <input type="checkbox"/> Compartir resultados de evaluación y retroalimentación durante reunión de cierre <input type="checkbox"/> Identificar necesidad de capacitación y actualización de conocimientos
	GESTIÓN DE PROTOCOLOS DE SEGURIDAD	<input type="checkbox"/> Recopilación de riesgos identificados durante las acciones
ESTRUCTURA DE RESPUESTA	IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES	N/A
	ACTIVACIÓN	<input type="checkbox"/> Asistir a reunión de cierre <input type="checkbox"/> Apoyar en inventario, limpieza y resguardo de materiales <input type="checkbox"/> Proveer información recopilada durante las salidas

FIGURA 19. Planificador de Actividades para el cierre y evaluación de la temporada.

D. GLOSARIO

Área Específica de Interés (AEI): Área delimitada dentro del arrecife o entorno marino que requiere atención prioritaria debido a sus atributos ecológicos como presencia de especies prioritarias, zonas de agregación reproductiva o importancia turística.

Bolsa de izaje: Equipo de almacenamiento y transporte, generalmente hecho de material resistente, utilizado para levantar y mover objetos pesados o peligrosos, como fragmentos de coral o escombros en operaciones de rescate y recuperación.

Brigada: Grupo organizado de personas capacitadas y coordinadas para llevar a cabo acciones específicas de rescate, conservación o rehabilitación de arrecifes y ecosistemas marinos afectados.

Brigadista: Miembro individual de una brigada, responsable de ejecutar tareas específicas durante las operaciones de rescate y recuperación de arrecifes afectados por huracanes.

Buceador: Persona capacitada y certificada en técnicas de buceo SCUBA, responsable de realizar actividades de exploración, clasificación, monitoreo y rescate en los arrecifes afectados por huracanes, siguiendo los protocolos de seguridad establecidos.

Buceo SCUBA: Técnica de inmersión en la que el buceador utiliza un equipo autónomo de respiración (tanque de aire comprimido) que le permite realizar inmersiones en aguas profundas sin necesidad de una línea de cable o superficie. Es fundamental para realizar inspecciones, monitoreo y rescate en arrecifes afectados.

Centro de operaciones: Lugar centralizado donde se coordina toda la planificación, monitoreo y ejecución de las acciones relacionadas con el rescate y protección de los arrecifes afectados.

Colonia de coral: Conjunto de pólipos de coral que viven agrupados en una misma estructura, formando un arrecife o una sección de arrecife.

Cresta arrecifal: La parte somera o más elevada de un arrecife, que puede estar expuesta en bajamar y actúa como barrera natural contra las olas y las marejadas.

Escombros: Material residual y fragmentos que resultan de daños causados por huracanes, como rocas, madera, coral muerto, desechos sólidos y otros residuos en los arrecifes y zonas costeras.

Esnórquel: Actividad recreativa y de observación en la que la persona nada en la superficie del agua utilizando un tubo respirador y aletas para explorar los ecosistemas marinos.

Esnorquelista: Persona que realiza la actividad de esnórquel, apoyando en las acciones de monitoreo, limpieza, recuperación y estabilización de la brigada.

Estipendio: Pago o remuneración económica otorgada a los brigadistas o personal involucrado en las actividades de rescate y conservación, en concepto de ayuda o incentivo por su labor.

Estructura organizativa y coordinadora: Conjunto de roles, responsabilidades y jerarquías definidas que coordinan las acciones durante el rescate y recuperación de arrecifes afectados. Incluye equipos de liderazgo, coordinación técnica, logística y apoyo, garantizando una respuesta eficiente y ordenada.

Estructura operativa: Conjunto de procedimientos, tareas y actividades específicas que se ejecutan en el terreno durante la operación de rescate y evaluación de arrecifes afectados, asegurando la implementación efectiva del plan de acción en campo.

Fondo de emergencia (FE): Un instrumento financiero establecido por un institución gubernamental o privada para proporcionar financiamiento inmediato y oportuno para los arrecifes afectados por desastres naturales o actividades antropogénicas.

Fragmento de coral: Porción de coral que se ha desprendido de una colonia o arrecife, que puede ser utilizado para rehabilitación o replantación en programas de restauración.

Huracanes: Fenómenos meteorológicos de gran escala caracterizados por sistemas de tormentas intensas y ciclónicas que se forman sobre océanos tropicales o subtropicales. Se presentan con vientos muy fuertes, lluvias abundantes y alta presión atmosférica, y pueden causar daños significativos en ecosistemas, infraestructuras y comunidades costeras, incluyendo los arrecifes de coral.

Laguna arrecifal: Cuerpo de agua poco profundo situado entre un arrecife y la costa, que actúa como refugio para diversas especies marinas y protege las zonas internas del impacto de las olas.

Marro: Herramienta o dispositivo utilizado para sujetar, levantar o manipular objetos pesados, incluyendo fragmentos de coral o escombros en operaciones de rescate.

Procesos: Secuencias de acciones, desde la planificación inicial, clasificación, intervención, monitoreo y reporte, que se llevan a cabo para realizar el rescate y recuperación de arrecifes afectados por huracanes, siguiendo los protocolos establecidos y garantizando la eficiencia y seguridad de las operaciones.

Pronóstico: Predicción o estimación del comportamiento del clima y eventos meteorológicos, incluyendo huracanes, basada en datos científicos y modelos meteorológicos.

Recolección: Identifica y reunir o recoger fragmentos de coral de manera manual y agruparlos en contenedores o sitios específicos

Seguro paramétrico: Instrumento que proporciona un pago cuando se registran eventos climáticos extremos que superan ciertos umbrales predefinidos, como sequías, lluvias intensas o huracanes. A diferencia del seguro tradicional, no requiere una evaluación de daños para activar el pago; si el parámetro climático se cumple, el beneficiario recibe el pago previamente acordado.

Simulacro: Ejercicio práctico y organizado que simula una situación de emergencia para entrenar a los participantes en la respuesta rápida y efectiva ante desastres naturales como huracanes.

Tejido de coral vivo: Es la parte del coral que se encuentra en buenas condiciones, se reconoce porque tiene el color característico de la colonia y la presencia de pólipos vivos.

Temporada de huracanes: Periodo del año en el que la probabilidad de formación y actividad de huracanes en una región determinada es mayor, generalmente de junio a noviembre en el hemisferio norte.

Vivero de coral: Área o estructura diseñada para el cultivo y crianza de fragmentos de coral, con el fin de reforestar y restaurar arrecifes dañados o afectados por eventos climáticos.

Zona Específica de Intervención (ZEI): Áreas donde se realizaron las intervenciones de recolección y estabilización de corales.

E. REFERENCIAS

- Alcolado-Menéndez PM, Caballero-Aragón H y Perera S (2009). Tendencia del cambio en el cubrimiento vivo por corales pétreos en los arrecifes coralinos de Cuba. Serie Oceanográfica. No. 5.
- Alvarez-Filip, L., Dulvy, N.K., Côté, I.M., et al. (2011). *Coral identity underpins architectural complexity on Caribbean reefs. Ecological Applications* 21(6): 2223–2231.
- Aronson RB y Precht WF (1997). Stasis, biological disturbance, and community structure of a Holocene coral reef. *Paleobiology*. 23(03), 326-346.
- Bak RPM y Criens S (1982). Survival after fragmentation of colonies of *Madracis mirabilis*, *Acropora palmata* and *A. cervicornis* (Scleractinia) and the subsequent impact of a coral disease. Proceeding of the 4th International Coral Reef Symposium 2:221-227.
- Busutil L, Caballero H, Hidalgo G, Alcolado PM y Martínez B (2011). Condición de los bentos de los arrecifes coralinos de Santa Lucía (nordeste de Cuba) antes y después del paso del huracán Ike. Serie Oceanográfica. No. 8. 2011.
- Connell JH (1978). Diversity in Tropical Rain Forests and Coral Reefs. *Science*, 199(4335), 1302-1310. doi.org/10.1126/science.199.4335.1302
- De Hoyos-Jiménez, C., Birkart, L.V., Navarro-Espinoza, E. et al. High-resolution aerial imagery reveals that the distribution and arrangement of *Acropora palmata* patches determine their resistance to hurricane impacts. *Coral Reefs* 44, 923–935 (2025). <https://doi.org/10.1007/s00338-025-02657-2>
- Edmunds R, Thorpe M, & Conole, G (2010). Student attitudes towards and use of ICT in course study, work and social activity: A technology acceptance model approach, *British Journal of Educational Technology*. 43(1), 71-84
- Estrada-Saldívar Nuria, Jordán-Dalhgren Eric, Rodríguez-Martínez Rosa E., Perry Chris and Alvarez-Filip Lorenzo (2019). Functional consequences of the long-term decline of reef-building corals in the Caribbean: evidence of cross-reef functional convergence. *R. Soc. Open Sci.*6190298. <http://doi.org/10.1098/rsos.190298>
- Ferrario F, Beck MW, Storlazzi CD, Micheli F, Shepard CC y Airoidi L (2014). The effectiveness of coral reefs for coastal hazard risk reduction and adaptation. *Nature Communications*, 5, 3794. doi.org/10.1038/ncomms4794
- Franklin GL, Torres-Freyermuth A, Medellín G, Allende-Arandia ME y Appendini CM (2018). The role of the reef–dune system in coastal protection in Puerto Morelos (Mexico). *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 18(4), 1247–1260. doi.org/10.5194/nhess-18-1247-2018

- Gardner TA, Côté IM, Gill JA, Grant A y Watkinson AR (2005). Hurricanes and Caribbean Reefs: Impacts, recovery patterns, and role in long term decline. *Ecol.* 86(1):174-184. doi.org/10.1890/04-0141
- González-Barríos FJ, Alvarez-Filip L. (2018) A framework for measuring coral species-specific contribution to reef functioning in the Caribbean. *Ecol. Indic.* 95, 877-886. ([doi:10.1016/j.ecolind.2018.08.038](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.08.038)) Crossref, Web of Science, Google Scholar
- Goergen, E. A., C. Lustic, J. Levy, M. Johnson, S. Griffin, A. L. Moulding, A. Ross. 2025. Guide to Coral Reef Restoration: Optimizing efficiency and scale for in situ nurseries and outplanting. DOI 10.5281/zenodo.15350846
- Goergen, E.A., S. Schopmeyer, A.L. Moulding, A. Moura, P. Kramer, and T.S. Viehman. 2020. Coral reef restoration monitoring guide: Methods to evaluate restoration success from local to ecosystem scales. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 279. Silver Spring, MD. 145 pp. doi: 10.25923/xndz-h538
- Gulko D, Goddard K, Ramírez-Romero P, Brathwaite A y Barnard N (2008). Coral Reef CSI Toolkit: A Guide for Coral Reef Managers and investigators. International Coral Reef Action Network (ICRAN). Cambridge, UK. 288.
- Harmelin-Vivien ML (1994). The effects of storms and cyclones on coral reefs: a review. *J. Coastal Res Spec Issue* 12:2011-231. <https://www.jstor.org/stable/25735600>
- Hernández-Delgado EA, Alejandro-Camis P, Cabrera-Beauchamp G, Fonseca-Miranda JS, Gómez-Andújar NX, Gómez P, Guzmán-Rodríguez R, Olivo-Maldonado I, Suleimán-Ramos SE (2024). Stronger Hurricanes and Climate Change in the Caribbean Sea: Threats to the Sustainability of Endangered Coral Species. *Sustainability* 16(4):1506. doi.org/10.3390/su16041506
- Hughes TP, Baird AH, Bellwood DR, Card M, Connolly SR, Folke C, Grosberg R, Hoegh-Guldberg O, Jackson JB, Kleypas J, Lough JM, Marshall P, Nyström M, Palumbi SR, Pandolfi JM, Rosen B, Roughgarden J (2003). Climate change, human impacts, and the resilience of coral reefs. *Science* 301(5635):929-33. doi.org/10.1126/science.1085046
- Hughes R (1989). *A Functional Biology of Clonal Animals*. Chapman and Hall. New York. USA. 331p.
- Johnson ME, Lustic C, Bartels E, Baums IB, Gilliam DS, Larson L, Lirman D, Miller MW, Niemeyer K y Schopmeyer S (2011) *Caribbean Acropora Restoration Guide: Best Practices for Propagation and Population Enhancement*. The Nature Conservancy, Arlington, VA.
- Karthikeyan A, Joseph A, Nair BG (2022). Promising bioactive compounds from the marine environment and their potential effects on various diseases. *Journal, genetic engineering & biotechnology*, 20(1), 14. doi.org/10.1186/s43141-021-00290-4

- Leung, S. K., Kenyon, T. M., Brival, A. J. T., Bryan, S. E., Cameron, D. S., Cheung, M. W. M., Cook, N., Dodgen, T., Edmondson, J. P., Edwards, A. J., Eigeland, K., Griffin, S. P., Keppens, M., Lennon, D. J., Lewis, B. M., Lowe, R. J., Mattocks, N. A., Nicholson, F. E., Paewai-Huggins, R. G., Philippo, R. W. L., Raymundo, L. J., Razak, T. B., Sjahrudin, F. F., Taylor, A. C. T., Voorhuis, R., Welly, M., Wever, S., Abdul Adzis, K. A., Amadea, E., Fisher, E. E., Fox, H. E., Koloi, P., Li, X., McArdle, A., Prasetya, M. E., Samudra, S. H., Boey, L., Cook, K., Griffith-Mumby, R., Kench, P. S., Knauer, J., Lawrance, L., Liu, X., Oakley, H. A., Rato Nono, D., & Mumby, P. J. (2024). A Practical Guide to Restoration and Rehabilitation of Rubble on Coral Reefs. Reef Restoration and Adaptation Program/The University of Queensland. <https://gbrrestoration.org/program/rubble-stabilization/>
- Lirman D (2000). Fragmentation in the branching coral *Acropora palmata* (Lamarck): growth, survivorship, and reproduction of colonies and fragments. *J. Exp. Mar. Biol. & Ecol.* Vol 251(1): 41-57pp. [doi.org/10.1016/S0022-0981\(00\)00205-7](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(00)00205-7)
- Lighty RG, Macintyre IG y Stuckenrath R (1982). *Acropora palmata* reef framework: a reliable indicator of sea level in the western Atlantic for the past 10,000 years. *Coral Reefs*, 1(2):125-130.
- Mann ME, Emanuel KA (2006). Atlantic hurricane trends linked to climate change. *Eos Trans. Am. Geophys. Union.* Vol. 87, 233–241. doi.org/10.1029/2006EO240001
- Massel SR, Gourlay MR (2000). On the modelling of wave breaking and set-up on coral reefs. *Coastal Engineering.* Vol 39(1). 1-27pp. ISSN 0378-3839. [doi.org/10.1016/S0378-3839\(99\)00052-6](https://doi.org/10.1016/S0378-3839(99)00052-6).
- Moberg F y Folke C (1999). Ecological goods and services of coral reef ecosystems. *Ecological Economics.* Vol 29(2). 215-233pp. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00009-9](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00009-9)
- Moberg F y Rönnbäck P (2003). Ecosystem services of the tropical seascape: interactions, substitutions and restoration. *Ocean & Coastal Management.* Vol 46(1-2) 27-46pp. ISSN 0964-5691. [doi.org/10.1016/S0964-5691\(02\)00119-9](https://doi.org/10.1016/S0964-5691(02)00119-9).
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (2024, June 16). How do coral reefs protect lives and property? NOAA Ocean Service. https://oceanservice.noaa.gov/facts/coral_protect.html
- Padilla-Souza C, González-Cano J, Huitrón-Baca JC e Ibarra-Navarro R (2021). Active reef restoration in the Mexican Caribbean: 15-year timeline. In: *Active Coral Restoration. Techniques for a Changing Planet.* Vaughan D. Ed. J. Ross Publishing. ISBN:987-1-60427-143-0 USA. 366-392pp.
- Padilla-Souza C, Navarro-Espinoza E, García-Medrano D, González-Vázquez D, Gutiérrez-Plata S, Ramírez-Mata E y Estrada-Saldívar N (2023). El efecto de la poda de *Acropora palmata* como estrategia para la obtención de tejido vivo en acciones de restauración arrecifal. *Revista de Biología Tropical*, ISSSN:2215-2075. Vol.71(S1):e54910. doi.org/10.15517/rev.biol.trop.v71iS1.54910

Rinkevich B (2005). Conservation of coral reefs through active restoration measures: recent approaches and last decade progress. *Environ Sci Technol.* 15;39(12):4333-42. doi.org/10.1021/es0482583

Shaver E, Boström-Einarsson L, Hein M, Maynard J (2020). A Manager's Guide to Coral Reef Restoration Planning and Design. NOAA. Report number: CRCP 36. [doi:10.13140/RG.2.2.36634.88008](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.36634.88008)

Weil E & Knowlton NE (1994). A multicharacter analysis of the Caribbean coral *Montastraea annularis* (Ellis & Solander, 1786) and its two sibling species, *M. faveolata* (Ellis & Solander, 1786) y *M. franksi* (Gregory, 1895). *Bull. Mar. Sci.* 55: 151-175.

Zepeda-Centeno C, Padilla C, Huitrón JC, Macías-Constantino M, Shaver E, Nava-Martínez G y García-Salgado MA (2019). Protocolo de alerta temprana y respuesta inmediata: Acciones para mitigar el impacto de los ciclones tropicales en los arrecifes coralinos. The Nature Conservancy. 69 p.

Zepeda-Centeno C., Mariño-Tapia I., McLeod E., RodríguezMartínez R., Álvarez-Filip L., Banaszak A. T., Escudero-Castillo M., Silva-Casarín R., Mendoza-Baldwin, E. Beck M. y Shaver, E. 2018. Guía de manejo y restauración de arrecifes para mejorar la protección costera: recomendaciones para aplicación global basadas en lecciones aprendidas en México. The Nature Conservancy, México. 60 p.

F. ANEXOS

ANEXO 1 - PLAN DE RESPUESTA

Se recomienda elaborar un plan de respuesta anual, antes de la temporada de huracanes, para establecer una estrategia clara y coordinada que guíe las actividades para actuar ante eventos climáticos que puedan dañar el arrecife.

Este plan debe incluir acciones específicas, responsables, contactos clave, proveedores, una línea de tiempo, y consideraciones de seguridad, además de cumplir con los requisitos legales de cada país.

También debe definir funciones y responsabilidades de las entidades involucradas en una estructura organizativa y coordinadora que garantice una respuesta efectiva ante emergencias, utilizando un formato guía para su elaboración.

Se sugiere que el plan de respuesta aborde los siguientes elementos:

I. Funciones y responsabilidades

El plan de respuesta define la estructura organizativa y coordinadora, y la estructura operativa del grupo, estableciendo funciones y responsabilidades de cada entidad, comité o integrante. Esto asegura una organización, operación y comunicación claras para todos. Se debe elaborar una representación gráfica que represente la estructura organizacional para mostrar las relaciones jerárquicas, responsabilidades y funciones de los diferentes puestos o áreas dentro de la organización, facilitando la comprensión de cómo está estructurado y quién reporta a quién.

II. Capacidad logística

Es fundamental conocer la capacidad logística disponible para la respuesta y definir claramente las necesidades específicas que se requieren en cada momento de la respuesta. Para ello es necesario contemplar los siguientes aspectos:

- Número de brigadistas buzos
- Número de brigadistas esnorquelistas
- Número de cajas de brigadas
- Número de embarcaciones
- Número de vehículos
- Número de equipos de buceo
- Número de tanques de buceo

III. Plan estratégico de logística

Es la estrategia logística que detalla las acciones, los métodos y los recursos para implementar las etapas del Protocolo con el fin de cumplir los objetivos mediante un cronograma e indicadores de rendimiento. Se deben definir los procedimientos, procesos y actividades necesarias para implementar las siguientes acciones:

III.1. Clasificación de daños

III.2. Respuesta primaria

- Limpieza y remoción de escombros
- Rescate y estabilización de corales
- Marcaje y mapeo de áreas intervenidas

III.3. Respuesta secundaria

- Monitoreo y seguimiento de acciones de rescate
- Establecimientos de viveros
- Vinculación con la red de Restauración local y regional

III.4. Activación y desactivación de la alerta

- Se debe definir un protocolo para activar la alerta. La respuesta se inicia cuando se detecta un posible huracán en dicha etapa.
- La brigada se desactiva al concluir la temporada de huracanes, tras una reunión de cierre para evaluar los resultados y se identifican áreas de mejora.

IV. Protocolo de comunicación

Se requiere establecer protocolos de comunicación internos y externos para garantizar una operación segura, eficiente y coordinada a través de una comunicación clara, segura y oportuna entre todos los actores involucrados en la respuesta.

IV.1. Estructura de comunicación

- Organigrama de comunicación (quién reporta a quien)
- Roles y responsabilidades en la cadena de comunicación

IV.2. Canales y medios de comunicación

Definir los mecanismos por los cuales se mantendrá la comunicación, tanto externa como interna, especificando el tipo de comunicación y tipo de mensajes que corresponde emitir en cada momento de la respuesta.

Los métodos de comunicación externa pueden ser:

- Radio
- Prensa
- Televisión
- Redes sociales

Los métodos de comunicación interna pueden ser:

- Mensajes por mensajería instantánea (Whats App, Telegram, Signal, etc)
- Llamadas por teléfono móvil
- Llamadas por teléfono satelital
- Mensajes por radio VHF/UHF
- Mensajes por correo electrónico

IV.3. Lista de contactos

- Contactos externos
- Contactos internos

V. Presupuesto

El plan de respuesta debe contar con un presupuesto que indique los recursos que se requieren para cada fase de la respuesta. Se debe contemplar una estrategia para la gestión de los recursos, que incluya el apoyo de voluntarios, donaciones y préstamos, así como la gestión de fondos de emergencia, seguros y otros mecanismos. El presupuesto debe considerar los siguientes gastos (Se presenta un formato en Excel en el Anexo 2):

- Uso de embarcaciones para transporte marítimo
- Gasolina para las embarcaciones
- Gasolina para los vehículos de transporte terrestre
- Pago de estipendio
- Renta de equipo de buceo
- Renta de tanques de buceo
- Comida y agua para el trabajo de campo
- Materiales para trabajo de campo

VI. Plan de seguridad

Es muy importante incluir un plan para garantizar la seguridad de todo el personal durante las acciones en campo, la protección del ecosistema y la efectividad de la operación. Se sugiere considerar los siguientes aspectos clave:

V.1. Protocolos de Prevención y Seguridad

- Plan de navegación y coordinación del equipo operativo con la tripulación.
- Procedimientos para el ingreso y salida del agua.
- Plan de buceo con perfiles de inmersión.
- Directorio de servicios, brigadistas (con información médica, contactos de emergencia y datos de seguro de buceo) y rutas de atención a emergencias.

- Establecimiento de un sistema de comunicación constante entre los miembros del equipo operativo y con una base de apoyo en tierra.

V.2. Plan de Emergencias y Respuesta

- Protocolos de rescate en caso de incidentes como lesiones, agotamiento o problemas con el equipo.
- Protocolo para suministro de oxígeno (llevar kit de oxígeno en la embarcación)
- Identificación de las rutas de evacuación y puntos de reunión en tierra.
- Disponibilidad de primeros auxilios y acceso rápido a atención médica.
- Coordinación con servicios de emergencia locales si fuera necesario.

VII. Procedimientos de comunicación

El plan de respuesta debe definir los procedimientos de comunicación, incluyendo los canales, la ruta de notificación, los protocolos y los responsables de informar y coordinar. Se deben usar medios acordados como llamadas, mensajes, radios y redes sociales. Es fundamental contar con un directorio actualizado de la brigada, con contactos y datos médicos. El proceso de comunicación comienza con la activación de la alerta y finaliza con su desactivación.

VIII. Plan de capacitación

Se debe contemplar un plan de capacitación que describa la frecuencia y el contenido de la capacitación para las brigadas. La capacitación puede llevarse a cabo en estas categorías:

- Capacitación de nuevos brigadistas con el fin de aumentar el número de brigadas o la disponibilidad de suficientes brigadistas durante la respuesta.

- Capacitación continua de brigadistas: Una serie de capacitaciones realizadas a lo largo del año con el fin de actualizar los conocimientos y habilidades de los brigadistas y de los miembros de los Comités.
- Simulacros: Con el fin de practicar los procedimientos y evaluar la eficacia del plan de respuesta.

IX. Análisis de amenazas y reducción de riesgos

Es importante que se realice una estrategia para la identificación y mapeo de amenazas en la costa que pueden ocurrir a causa de un huracán, y que pueden dañar el arrecife. Se debe incluir un plan de mitigación de amenazas.

X. Evaluación y mejora

El plan de respuesta debe ser flexible para afrontar emergencias de diferentes tipos y gravedad. Debe revisarse periódicamente para mantener su eficacia y adaptarse a nuevos riesgos. Se recomienda elaborar un informe de actividades al final de cada temporada de huracanes, incluyendo una evaluación que permita ajustar el plan para años posteriores.

ANEXO 3- FORMULARIO ANUAL DE INCORPORACIÓN DE BRIGADISTAS

1. Correo electrónico
2. Nombre(s)
3. Apellido paterno
4. Apellido materno
5. Fecha de nacimiento (DD/MM/AAAA)
6. Número telefónico (incluyendo lada)
7. Participación de tiempo completo, ocasional o de otra forma (definir cómo)
8. Profesión o disciplina a la que te dedicas actualmente
9. Rol dentro de la brigada (Esnórquel, Buzo, Cemento, Capitán, Apoyo Técnico-Científico, Apoyo Académico, Apoyo Operación-Comunicación)
10. Seguro de buceo, seguro de gastos médicos mayores o seguro que garantice tu integridad en el mar
11. Número y agencia de certificación de buceo (PADI, FMAS, SSI u otra) *Responder n/a si no es buzo
12. Certificación de buceo. (Subir el archivo en PDF que compruebe tu certificación)
13. ¿Cuentas con certificado de primeros auxilios o EFR? (Sí / No)
14. Escribe el nombre del certificado y el número de certificación de primeros auxilios o EFR obtenido
15. Tipo de sangre
16. ¿Te has sometido a cirugías o estás en proceso de? (si respondiste que sí, descríbela a continuación)
17. ¿Presentas alguna alergia? (si respondiste que sí, descríbela a continuación)
18. ¿Presentas alguna de estas condiciones cardiovasculares?
 - Infarto o cirugía de corazón
 - Angina de pecho o dolor de pecho
 - Presión arterial alta (con o sin tratamiento)
 - Accidente cerebrovascular o enfermedad vascular
19. ¿Tienes alguna condición médica que debamos conocer?
20. ¿Presentas alguna de las siguientes condiciones respiratorias?
 - Asma o dificultad para respirar
 - Bronquitis crónica o enfisema
 - Neumotórax (colapso de pulmón)
 - Cirugía pulmonar previa
21. ¿Presentas alguna de las siguientes condiciones neurológicas?
 - Convulsiones, epilepsia o desmayos
 - Lesión importante en la cabeza
 - Pérdida de conocimiento sin explicación

22. ¿Presentas alguno de los siguientes problemas psicológicos o conductuales?

- Ataques de pánico o ansiedad severa
- Condiciones de salud mental que puedan afectar el juicio o desempeño físico
- Uso de medicamentos psiquiátricos

23. ¿Presentas alguna de las siguientes condiciones metabólicas y endocrinas?

- Diabetes (especialmente si usas insulina)
- Enfermedades de tiroides

24. Otras condiciones relevantes:

- Embarazo
- Cirugías recientes (especialmente abdominales, torácicas o de oído)
- Hernias
- Problemas crónicos de espalda o articulaciones
- Vértigo, mareos o problemas de equilibrio

25. Nombre completo de contacto de emergencia

26. Número telefónico de contacto de emergencia











27. Parentesco de contacto de emergencia

28. ¿Está tu contacto de emergencia enterado de tus condiciones médicas y conoce la información necesaria en caso de emergencia? (Número de seguro médico, ubicación de documentos de identificación, entre otros)

ANEXO 4 - LISTA DE MATERIALES, EQUIPO Y HERRAMIENTAS PARA LA RESPUESTA

No.	Detalle	Unidad	Cantidad	Ejemplo
1	Caja hermética de uso rudo con llantas y manija	unidad	2	
2	Taladro neumático de los que venden en Office Depot	unidad	2	
3	Broca de concreto para taladro (24 in x 5/8)	unidad	4	
4	Manguera de baja presión de las que se usan en los reguladores de buceo	unidad	2	
5	Guantes de jardinería o de buceo delgados	par	20	
6	Guantes para lavar platos para mezclar cemento	par	20	
7	Bolsa de izaje de 80 libras	unidad	2	
8	Bolsa de izaje de 140 libras	unidad	2	

No.	Detalle	Unidad	Cantidad	Ejemplo
9	Paquete de cinchos plásticos (zip ties) (tamaño 35 - 40 cm)	unidad	400	
10	Cepillo de alambre de acero inoxidable	unidad	10	
11	GPS (cotizar en Garmin – Cancún)	unidad	2	
12	Cámara fotográfica subacuática	unidad	2	
13	Boya ahogada	unidad	20	
14	Boyas de señalización en superficie	unidad	5	
15	Boyas de seguridad de buceo con carrete	unidad	5	
16	Cabo marino de seda (de ¾ pulgada)	metro	20 m	
17	Hilo alquitranado	unidad	2	

No.	Detalle	Unidad	Cantidad	Ejemplo
18	Tijeras de titanio sin punta	unidad	2	
19	Carabina (mosquetón) de acero inoxidable	unidad	8	
20	Plastilina epóxica	unidad	4	
21	Espátula mediana	unidad	4	
22	Costal de cemento	unidad	4	
23	Contenedor grande para mezclar cemento	unidad	2	
24	Lona	unidad	1	
25	Marro	unidad	4	
26	Cinzel	unidad	4	
27	Llave ajustable	unidad	2	

No.	Detalle	Unidad	Cantidad	Ejemplo
28	Cubeta de 5 galones vacía	unidad	6	
29	Aceite WD-40	galón	2	
30	Bolsas plásticas gruesas	unidad	20 unidades	
31	Lápiz de punta gruesa intercambiable	unidad	20	
32	Contender para cemento	unidad	2	
33	Tabla de buceo	unidad	4	
34	Kit de primeros auxilios	unidad	2	
35	Cuchillo de buceo (emergencia)	unidad	2	
36	Kit de oxígeno con máscara	unidad	1	

ANEXO 5- FORMATO DE INVENTARIO DE EQUIPO

Código / ID	Nombre del material	Tipo de material (Consumible / No consumible)	Cantidad disponible	Unidad (Pieza, Volumen, Pares)	Ubicación / Almacén	Condición (nuevo, usado, reparar)	Observaciones

ANEXO 6 - LISTA DE VERIFICACIÓN DE SEGURIDAD PARA LAS SALIDAS

Equipo Humano

- Revisar lista de participantes con roles asignados
- Evaluación de condiciones físicas/emocionales del equipo
- Briefing de seguridad y plan de acción del día
- Asignación de responsable de seguridad
- Lista de contacto de emergencia actualizada

Condiciones Ambientales

- Revisión de pronóstico del clima, viento y oleaje
- Validación de condiciones seguras de navegación y buceo
- Plan alternativo en caso de cambio de condiciones

Embarcación

- Embarcación en buen estado y con mantenimiento vigente
- Combustible suficiente para la jornada
- Chalecos salvavidas disponibles y en buen estado
- Radio VHF o medio de comunicación funcional
- Extintor, botiquín y aros salvavidas a bordo
- Accesorios en buen estado: GPS, escalera, ancla y compás
- Lista de pasajeros a bordo registrada

Equipo de Trabajo / Buceo

- Revisión de equipos personales: visor, aletas, regulador, BCD, plomos
- Tanques llenos y válvulas revisadas
- Equipo adicional según actividad (boyas, martillos, herramientas, etc.)
- Dispositivos de señalización (boya SMB, silbato, espejo)
- Repaso de equipos asignados

Planificación y Coordinación

- Coordinación con autoridades (Capitanía, marina, parque marino)
- Permisos o avisos necesarios gestionados
- Tiempo estimado de actividad comunicado a todo el equipo
- Punto de encuentro en tierra definido

Seguridad y Emergencias

- Botiquín completo y revisado
- Plan de evacuación en caso de emergencia
- Número de contacto de servicios de emergencia y cámara hiperbárica
- Plan de evacuación médica conocido por todo el equipo
- Evaluación de riesgos de la actividad específica (ej. corriente, fauna, profundidad)
- Registro de lista de contactos de emergencia para todas las personas a bordo

ANEXO 7- FORMATO BÁSICO DE REUNIÓN PRESALIDA

- 1. Presentación de integrantes y tripulación**
- 2. Objetivo de la salida**
- 3. Revisión de plan de actividades (realizado previamente)**
 - a) Sitios de intervención.
 - b) Horarios y duración estimada.
 - c) Tareas a realizar.
- 4. Asignación de roles**
 - a) Responsables por actividad, logística, seguridad, documentación, etc.
- 5. Condiciones ambientales y riesgos**
 - a) Pronóstico del clima, estado del mar, mareas, posibles riesgos y cómo mitigarlos.
- 6. Revisión de protocolos de seguridad**
 - a) Procedimientos en caso de emergencia, comunicación, uso de equipo de seguridad.
- 7. Equipo necesario**
 - a) Lista de materiales, herramientas y equipos que deben llevarse (establecidos en la planeación previa).

ANEXO 8 - FORMATO DE REUNIÓN DE RETROALIMENTACIÓN POSTSALIDA

1. Breve resumen de la actividad realizada

2. Resultados y hallazgos

- a) Datos recolectados. (Daños observados, escombros identificados, corales recolectados y estabilizados, áreas de intervención marcadas y mapeadas).
- b) Observaciones relevantes.

3. Dificultades o incidencias

- a) Problemas técnicos, logísticos o ambientales.
- b) Lecciones aprendidas.

4. Cumplimiento de protocolos

- a) Evaluación del seguimiento de los procedimientos establecidos.

5. Retroalimentación y recomendaciones del equipo

- a) Opiniones sobre la coordinación, logística y desempeño individual y grupal.
- b) Ajustes necesarios.

6. Próximos pasos

- a) Elaboración de reportes.
- b) Tareas asignadas y responsables.

ANEXO 9- FORMATO DE REPORTE DE SALIDA

Fecha		Sitio de Intervención		Fondos	
Participantes					
Número de tanques	Nombre de embarcación		Nombre de capitán		
Sitio de embarque		Hora de salida		Hora de llegada	
Encargado de la operación			Encargado de seguridad		
Objetivo general de la maniobra					
Objetivos específicos de la maniobra y responsables					
Descripción de condiciones					
Temperatura del agua	Visibilidad	Marejada	Corriente	Oleaje	Otros
Coordenadas obtenidas					
Nombre de sitio	Nombre en GPS	Coordenada N	Coordenada O	Observaciones	
Reporte de incidentes o casi accidentes					
Observaciones de retroalimentación (cosas por mejorar y aspectos positivos)					

ANEXO 10 - FORMATO DE CLASIFICACIÓN DE DAÑOS

Fecha	Tomador de datos	Nombre del Sitio	Área evaluada			
Hora	Temperatura	Profundidad	Método de clasificación			
Tipo de daño	Observaciones					
	Objetos Externos/ Escombros	Sedimento & Pedacería/ Erosión de Tejido	Nivel de Fragmentación	Desprendimiento de Colonias	% de Colonias Afectadas	Acciones de Respuesta Requeridas
0. Sin Daño	No se encuentran objetos externos o escombros	No hay sedimento ni pedacería encima de corales vivos	No hay fragmentación de corales	No hay colonias desprendidas ni volteadas	0%	NO
1. Daño Menor	Algunos objetos externos pequeños o escombros encontrados. Fácilmente extraíbles.	Algo de sedimento y poca pedacería sobre corales vivos	Algunas colonias de coral con partes o ramas rotas	No hay colonias desprendidas o volcadas	1%- 25%	Acciones opcionales si el tiempo o presupuesto lo permiten
2. Daño Mayor	Grandes cantidades de objetos externos y/o escombros encontrados.	Mucho sedimento y pedacería sobre colonias de coral vivas	Muchas colonias de coral con ramas o partes rotas. Fragmentos visibles en el fondo marino	Presencia de colonias desprendidas o volcadas	26%- 75%	Primera Prioridad de Atención
3. Daño Extremo	Grandes cantidades de objetos externos y/o escombros observados	Grandes áreas arrasadas o cubiertas de pedacería	La mayoría de corales han sido fragmentadas	La mayoría de colonias han sido desprendidas o volcadas	Más de 76%	Contactar a programas de restauración locales

ANEXO 12 - FORMATO DE RECOLECCIÓN Y ESTABILIZACIÓN DE CORALES

Fecha		Nombre del brigadista			Nombre del sitio			Área intervenida (m ²)
Hora	Temperatura	ID de Zona Específica Intervenida (ZEI) (AAAA-MM-DD-Siglas de brigadista)						Profundidad
Tipo	Tamaño	Técnica de estabilización						Observaciones
		Cemento	Apuntalamiento	Cemento & Apuntalamiento	Cinchos & Hilo	Plastilina Epóxica	Estabilización con barra	
Fragmento: Pedazo roto de una colonia.	Pequeño (10-30 cm)							
	Mediano (30-80cm)							
	Grande (+80 cm)							
Colonia: Organismo completo desprendido del sustrato	Pequeño (10-30 cm)							
	Mediano (30-80cm)							
	Grande (+80 cm)							

ANEXO 13 - FORMATO DE MAPEO Y MONITOREO DE LAS INTERVENCIONES

Fecha	Nombre del sitio	Área total intervenida (m ²)		
Número de brigadistas en la maniobra		Total # de corales rescatados en el día		
ID de ZEI (AAAA-MM-DD-Siglas de brigadista)	Número de Corales rescatados en ZEI	Coordenadas de ZEI	ID de Track en GPS	Marcas establecidas dentro de ZEI

ANEXO 14 - FORMATO DE REPORTE DE EVALUACIÓN ANUAL

Fecha		Sitio de Intervención		Fondos	
Participantes					
Número de tanques		Nombre de embarcación		Nombre de capitán	
Sitio de embarque		Hora de salida		Hora de llegada	
Encargado de la operación			Encargado de seguridad		
Objetivo general de la maniobra					
Objetivos específicos de la maniobra y responsables					
Descripción de condiciones					
Temperatura del agua	Visibilidad	Marejada	Corriente	Oleaje	Otros
Coordenadas obtenidas					
Nombre de sitio	Nombre en GPS	Coordenada N	Coordenada O	Observaciones	
Reporte de incidentes o casi accidentes					
Observaciones de retroalimentación (cosas por mejorar y aspectos positivos)					



Foto: Sara Gutiérrez Plata