

**FICHA VSM37-PMA-AB-RH-1 MANEJO DE CRUCES DE CUERPOS DE AGUA.**

<b>MEDIO:</b>	ABIÓTICO.
<b>PROGRAMA:</b>	PROGRAMA DE MANEJO DE SUELOS Y RECURSO HÍDRICO.
<b>NOMBRE DE LA FICHA:</b>	MANEJO DE CRUCES DE CUERPOS DE AGUA.
<b>CÓDIGO DE LA FICHA:</b>	VSM37-PMA-AB-RH-1



**Fotografía 1. Manejo de cruces de cuerpos de agua**  
**Fuente: PAREX., 2023.**

OBJETIVOS	METAS
Prevenir y disminuir los posibles impactos que puedan generarse durante el desarrollo de obras sobre los cuerpos de agua como consecuencia de la construcción y/o adecuación de vías de acceso y líneas de flujo en el Área de Desarrollo VSM-37.	Garantizar la implementación adecuada del 100% de las medidas técnicas y ambientales propuestas aplicables durante los procedimientos constructivos para realizar los cruces de los cuerpos de agua en vías y líneas de flujo.
Evitar la afectación de la dinámica fluvial y la calidad de los drenajes naturales presentes en el área, durante la construcción de vías de acceso.	<p>Construcción del 100% de las obras de control de material de excavación requeridas para el manejo de aportes de sedimentos dentro del área del proyecto.</p> <p>Evitar la contaminación del 100% de los drenajes cruzados por Proyectos lineales (vías de acceso).</p>

**EVALUACIÓN AMBIENTAL**

ID IMPACTO	IMPACTO A MANEJAR	ETAPA EN LA QUE SE GENERA EL IMPACTO	SUB-ETAPA EN LA QUE SE GENERA EL IMPACTO	ACTIVIDAD GENERADORA DEL IMPACTO A MANEJAR	CALIFICACIÓN DEL IMPACTO A MANEJAR	ID MEDIDA DE MANEJO	MEDIDA DE MANEJO
ABIO-15	Cambio en la geometría del canal	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	Vías (Adecuación y/o Construcción)	Adecuación y/o construcción de obras de arte para cruces de cuerpos de agua (ocupaciones de cauce) y/o manejo de escorrentía.	Irrelevante	VSM37-PMA-AB-RH-1-P	Prevención
			Líneas de flujo (Construcción)	Zanjado y enterrado	Irrelevante	VSM37-PMA-AB-RH-1-P	Prevención
			Líneas eléctricas (Construcción)	Zanjado y enterrado	Irrelevante	VSM37-PMA-AB-RH-1-P	Prevención
ABIO-16	Modificación en las características físicas, químicas y microbiológicas del agua superficial	ACTIVIDADES TRANSVERSALES	Actividades transversales	Manejo y disposición de aguas residuales domésticas y no domésticas	Irrelevante	VSM37-PMA-AB-RH-1-P	Prevención
		ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	Vías (Adecuación y/o Construcción)	Remoción de cobertura vegetal, desmonte y descapote	Moderado	VSM37-PMA-AB-RH-1-P	Prevención
				Movimiento de tierras (excavaciones, cortes, rellenos)	Irrelevante	VSM37-PMA-AB-RH-1-P	Prevención
				Adecuación y/o construcción de obras de arte para cruces de	Irrelevante	VSM37-PMA-AB-RH-1-P	Prevención

				cuerpos de agua (ocupaciones de cauce) y/o manejo de escorrentía.			
			Líneas de flujo (Construcción)	Remoción de cobertura vegetal, desmonte y descapote	Irrelevante	VSM37-PMA-AB-RH-1-P	Prevención
				Zanjado y enterrado	Irrelevante	VSM37-PMA-AB-RH-1-P	Prevención
				Cruce de cuerpos de aguas (cielo abierto, cruces por perforación dirigida, aéreo, etc.).	Irrelevante	VSM37-PMA-AB-RH-1-P	Prevención

PLANTEAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE MANEJO				
ID MEDIDA DE MANEJO	TIPO DE MEDIDA DE MANEJO	ACCIONES A DESARROLLAR:		
VSM37-PMA-AB-RH-1-P	Prevención	<b>Acción PMA-AB-RH-1-P-1 Acciones generales por desarrollar en el manejo de cruces de cuerpos de agua.</b> <b>Acción PMA-AB-RH-1-P-2 Monitoreo de calidad del agua</b>		
		Condición de Modo:	El manejo ambiental de los sitios de cruce estará orientados a proteger los cursos de agua contra la afectación que puedan tener por el uso de materiales de excavación y por el paso continuo de maquinaria y equipos para el Área de Desarrollo VSM-37.	
		Condición de Lugar:	Áreas intervenidas por el Área de Desarrollo VSM-37.	
		Condición de Tiempo:	Durante la etapa de: Actividades trasversales, Etapa de Construcción	Sub-etapas de: Vías (Adecuación y/o Construcción), Actividades trasversales, Líneas de flujo (Construcción) y Líneas eléctricas (Construcción)
		Periodicidad de la verificación:	Semestral	% de Cumplimiento: 100%

## Monitoreo:

Monitoreo fisicoquímico y microbiológico de cuerpos de agua

### Acción PMA-AB-RH-1-P-1 Acciones generales por desarrollar en el manejo de cruces de cuerpos de agua.

- Las medidas de manejo listadas a continuación están diseñadas para proteger los cuerpos de agua de la afectación que puedan tener por el uso de materiales de excavación, paso continuo de maquinaria, equipos y la adecuación de los cruces sobre los cuerpos de agua.
  - Antes del inicio de las actividades se debe delimitar, aislar y señalizar con avisos de prevención los lugares que se van a intervenir.
  - Se debe evitar la operación de la maquinaria dentro del lecho de los cursos de agua; dado el caso en el cual se haya ejecutado dicha actividad, ésta deberá quedar consignada en la bitácora de obra, de forma tal que permita hacer el seguimiento de posibles efectos colaterales en el cauce o elementos ambientales colindantes.
  - Durante la construcción de las obras se instalarán estructuras de retención de finos (sedimentadores) aguas abajo del sitio de cruce, el material retenido se removerá constantemente para evitar represamientos de agua, y las estructuras de retención se retirarán durante las labores de reconformación final del cruce.
  - Evitar el almacenamiento de material o apilamiento de residuos de construcción en sitios donde el agua lluvia los pueda arrastrar hasta la corriente de agua.
  - Al momento de diseñar las obras de los cruces de cuerpo de agua se deberá tener en cuenta la dinámica hidráulica y los periodos de retorno establecidos por el INVIAS, lo anterior de acuerdo con el tipo de obra a realizar.
  - Se prohíbe la preparación de concretos dentro de la ronda de protección de las fuentes hídricas a fin de evitar el aporte de materiales y sedimentos a las mismas. Las mezclas de concreto serán manejadas a través de equipos como mezcladoras o manualmente sobre áreas impermeabilizadas, siempre evitando el contacto directo con los suelos aledaños a las obras y evitando la escorrenría de lechadas de cemento.
  - Durante la adecuación de las obras y la construcción de los cruces se deben instalar señalizaciones de orden preventivo, informativo y normativo, tanto para el personal vinculado al Proyecto como a las comunidades aledañas al Proyecto.
  - Todo el material que se utilice para la construcción de obras de arte será adquirido en las fuentes de materiales de construcción que cuenten con licencia ambiental y/o registro minero, situación que debe ser corroborada por el personal HSE y se deben entregar los soportes que constaten los permisos de dichas empresas en los Informes de Cumplimiento Ambiental.
  - Se prohíbe el mantenimiento, reparación y/o lavado de equipos y vehículos en los cuerpos de agua o en lugares cercanos a estos.
  - Luego de los trabajos de construcción, se reconformará el lecho, removiendo apilamientos o materiales que puedan impedir el flujo natural de la corriente.
  - Se deben entregar a la autoridad ambiental, en los ICA correspondientes, los soportes que certifiquen la socialización y actas levantadas en cada predio donde se realizaran las ocupaciones de cauce.

- Se realizará limpieza general, retirando todo tipo de escombros derivados de los procesos de construcción, los cuales serán dispuestos en sitios autorizados para el Proyecto, garantizando que en ningún momento se almacenen o dispongan de manera temporal ni permanente, dentro del cauce o en las franjas de protección de cuerpo de agua.
- Se realizarán inspecciones para evaluar la condición y estado tanto de la estructura construida como de las obras de estabilización, control de erosión y ambientales, con el fin de realizar mantenimientos o reparaciones en caso de requerirse. Estas actividades deberán reportarse en los ICA.
- Para la construcción de las obras de arte se requiere el uso de concreto. Durante la elaboración de la mezcla se debe contar con todas las medidas preventivas de generación de escapes, riegos sobre la superficie, para lo cual se prevé que este sea manejado sobre una superficie impermeable o en canecas cerradas.
- Al finalizar, se debe realizar la reconfiguración y restauración de la corriente a su cauce original, así como la limpieza de las márgenes y el cauce.
- Para el manejo de emisiones atmosféricas, material particulado y cambio en los niveles de presión sonora generados durante la etapa de construcción de obras civiles, se deberán acatar las medidas de manejo establecidas en la **Ficha VSM37-PMA-AB-AIR-1 Manejo de emisiones atmosféricas, calidad del aire y ruido.**
- Se debe procurar la construcción de las obras civiles en épocas de estiaje y bajas precipitaciones, de tal manera que se minimicen los impactos por sedimentación.
- En áreas de Facilidades no se podrá hacer intervención en la fuente, el manejo será exclusivamente solo cruces de cuerpos de agua.

2. Las acciones preventivas que se llevarán a cabo para el manejo de los sitios de cruces de cuerpos de agua incluyen:

- Remover la vegetación utilizando maquinaria y herramientas manuales. Posterior a la remoción de la cobertura vegetal se realizará el descapote, que consiste en el retiro de la capa orgánica del suelo, el tiempo transcurrido entre la remoción de la cobertura vegetal y el descapote será mínimo para impedir la acción de los agentes erosivos.
- Evitar que las obras, incluidas las excavaciones, permitan el arrastre de materiales hacia la corriente hídrica.
- Retirar el material excavado de la corriente o de su borde, a la mayor brevedad evitando su posterior arrastre hacia la corriente.
- La reconfiguración de las márgenes se hará reponiendo el material de corte extraído de las rampas de acceso y acumulado previamente en las márgenes del cauce, procurando restablecer las condiciones iniciales de dichas márgenes.
- Delimitar y señalizar las áreas donde se realizarán las ocupaciones de cauce durante la etapa constructiva.
- En caso de ser necesario, realizar obras de protección de cauces en las márgenes del cauce intervenido para controlar procesos erosivos y de inestabilidad, como procesos de socavación de fondo, mediante la conformación de muros de gaviones, empedrados, sacos con suelo-cemento, bateas de concreto, muros de suelo reforzado, diques, entre otros.

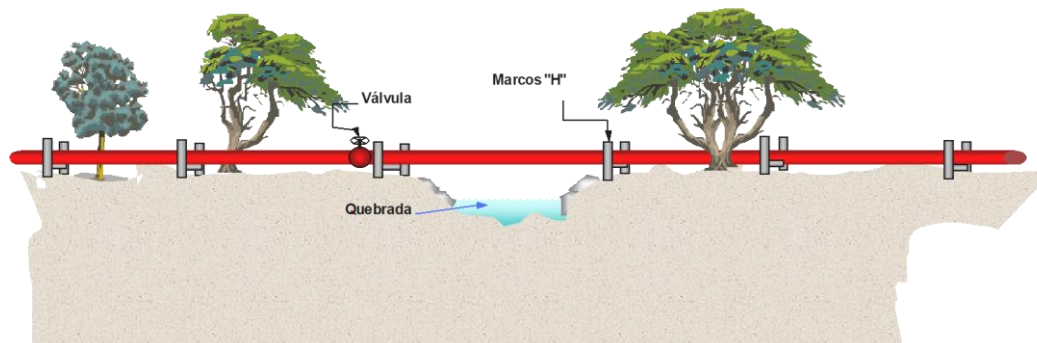
3. Durante la construcción de las obras se instalarán estructuras de retención de finos (sedimentadores) aguas abajo del sitio de cruce, el material retenido se removerá constantemente para evitar represamientos de agua, y las estructuras de retención se retirarán durante las labores de reconfiguración final del cruce.
4. Todo el material que se utilice para la construcción de obras de arte será adquirido en las fuentes de materiales de construcción que cuenten con licencia ambiental y/o registro minero, situación que debe ser corroborada por el personal HSE y se deben entregar los soportes que constaten los permisos de dichas empresas en los Informes de Cumplimiento Ambiental.

**Cruces de líneas de flujo**

- Para el cruce de líneas de flujo sobre cuerpos de agua, se presenta como alternativa la realización de cruces aéreos sobre marcos "H", cruces subfluviales por los métodos de perforación dirigida o de zanja abierta y sistema de tendido con tubería lastrada. Ver **Figura 1**.
- Si el cruce se realiza en forma aérea en marcos H o subfluvial mediante perforación dirigida no se requerirá la intervención del cauce propiamente dicho, por lo que su instalación podrá realizarse en cualquier punto del cuerpo de agua verificando la menor intervención de la vegetación protectora, para lo cual, el montaje de los marcos H y la ubicación del equipo de perforación, respectivamente, deberá realizarse en zonas desprovistas de bosque de galería.
- En los casos en que se requiera la intervención directa del cauce para realizar el cruce de las líneas de flujo (tendido con tubería lastrada y cruce subfluvial a cielo abierto), se utilizará la franja propuesta para nuevas ocupaciones de cauce o los sitios definidos como ocupaciones de cauce existentes a adecuar caso en el cual la línea se instalará paralela a la obra o sitio de cruce ya existente.
- Aislar temporalmente las laderas del flujo del cauce mediante barreras de contención que impidan el aporte de material al cuerpo de agua, las cuales podrán ser acondicionadas en sacos de suelo.
- El material tanto de disposición temporal como sobrante deberá disponerse en un área seleccionada por el contratista bajo la asesoría de la interventoría. El sitio deberá estar retirado como mínimo 50 m del sitio de cruce y en un terreno de baja susceptibilidad a inundaciones.
- Realizar la limpieza y recuperación del área una vez finalizadas las labores de construcción y tendido de la tubería.
- Se evitará la intervención de cobertura vegetal adyacente a los cauces, para lo cual, en las franjas de las ocupaciones se seleccionarán los sitios desprovistos de vegetación o que cuenten con la menor franja de vegetación protectora posible.
- Si bien se solicita aprovechamiento forestal para las ocupaciones de cauce, en los cruces de cuerpos de agua donde se presenten bosques de galería, se implementará el método de lanzamiento con el objeto de evitar talar árboles asociados en esta cobertura, no obstante, como primera opción y de ser posible se buscará replantar el trazado de manera que no intervenga la vegetación protectora.
- Los marcos "H" y las plataformas para método PHD, deberán ubicarse por fuera de la franja de protección de 30 m establecida para los cuerpos de aguas superficiales.
- Se deberá señalar el área de trabajo y el área de cruce de las líneas (específicamente las subfluviales) una vez finalizadas las obras.

- Todos los materiales sobrantes, se deberán retirar del área e integrarse a las alternativas de manejo de residuos sólidos establecido para el Proyecto.

**Figura 1. Cruce superficial de corrientes de agua (tubería sobre marcos "H")**



**Fuente: PAREX., 2023.**

#### **Construcción de puentes**

- Los puentes son estructuras que se diseñan y construyen para dar continuidad a los corredores viales sobre obstáculos como corrientes o depresiones topográficas. Los puentes existentes identificados en las áreas aledañas al Proyecto están contruidos en concreto, con elementos metálicos o con una combinación de estos. Estas estructuras deben ser inspeccionadas para identificar si requieren algún tipo de refuerzo para soportar las cargas a las que estarán sometidas cuando los equipos del Proyecto pasen sobre ellas.
- En caso de que alguna de las estructuras existentes se requiera reforzar debido a limitaciones de carga por el tráfico al que estará sometida, se procederá a diseñar particularmente la solución y proceder con la mejora.
- Los puentes en concreto normalmente son reforzados con fibras de carbono a cortante y/o a tensión instaladas sobre los elementos estructurales que debieron haber sido previamente preparados y lavados. La preparación incluye el sellado de grietas y el grateo de la superficie para garantizar una correcta fijación de las fibras. También pueden requerir instalación de neopreno en sus apoyos, así como la instalación de ménsulas para la correcta distribución de esfuerzos según los diseños y normatividad existente.
- A los puentes metálicos que requieren algún tipo de refuerzo, se les implementan soluciones metalmecánicas que incluyen soldadura e instalación de elementos estructurales adicionales. En ambos casos se debe diseñar la solución y procesar los permisos con las entidades estatales que aplique.

- En caso de que se requiera la construcción de nuevas estructuras se deberá contar con los permisos de ocupación de cauce antes de cualquier tipo de intervención, las cuales serán generalmente construidas en estructura metálica lanzadas de orilla a orilla del cauce, usando apoyos intermedios en caso de que la luz a vencer sea mayor a 15 m de longitud. Su cimentación consistirá en pilotes hincados con tubería metálica y dados en concreto reforzado para apoyar las vigas transversales y longitudinales del puente. El puente tendrá barandas abatibles y los pisos podrán ser metálicos o fundidos en concreto reforzado según diseños específicos de cada estructura.
- Este tipo de estructura deberá contar con estribos contruidos en muros con concreto o gaviones para encauzar el agua y evitar daños en la cimentación. Una vez se instale el puente se construirán los rellenos para las rampas de acceso.

## Acción PMA-AB-RH-1-P-2 Monitoreo de calidad del agua

1. Se realizarán monitoreos en los puntos de ocupación de cauce con frecuencia Semestral durante todas las etapas del proyecto, los parámetros, criterios del monitoreo se presentan en la **Ficha PSM-AB-3 Aguas Residuales y corrientes receptoras** del programa de seguimiento y monitoreo.
2. Se deben entregar a la autoridad ambiental, en los ICA correspondientes, los soportes que certifiquen la socialización y actas levantadas en cada predio donde se realizaran las ocupaciones de cauce.

## SISTEMA DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO

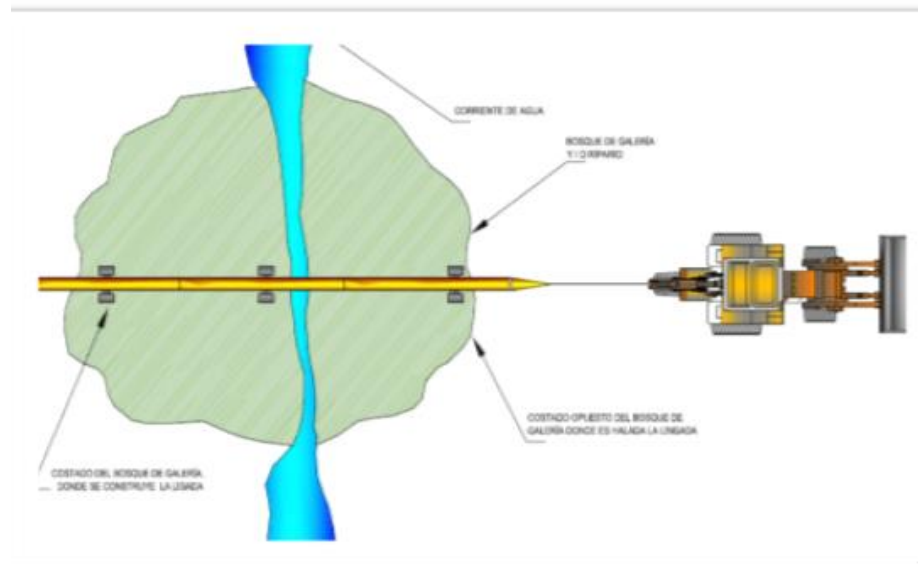
ID DE LA MEDIDA DE MANEJO	INDICADORES			
	INDICADOR DE CUMPLIMIENTO			INDICADOR DE EFICACIA
VSM37-PMA-AB-RH-1-P	NOMBRE	Delimitación del área a ser intervenida		
	ID	PMA-AB-RH-1-P-IND-1		
	PLANTEAMIENTO DEL INDICADOR	(Área de ocupaciones delimitadas y señalizadas en el proyecto/Áreas de ocupaciones del proyecto) *100		
	VALOR DE REFERENCIA	100%	Área de ocupaciones delimitadas y señalizadas	
	FRECUENCIA DEL INDICADOR	Semestral durante toda la etapa de construcción del proyecto		
	N/A			



	<table><tr><th>NOMBRE</th><th colspan="2">Intervención de ocupaciones de cauce autorizadas</th></tr><tr><th>ID</th><td colspan="2">PMA-AB-RH-1-P-IND-2</td></tr><tr><th>PLANTEAMIENTO DEL INDICADOR</th><td colspan="2">Número de ocupaciones de cauce intervenidas/número de ocupaciones de cauce autorizadas *100</td></tr><tr><th>VALOR DE REFERENCIA</th><td>100%</td><td>No. de ocupaciones Autorizadas que son intervenidas</td></tr><tr><th>FRECUENCIA DEL INDICADOR</th><td colspan="2">Semestral durante toda la etapa de construcción del proyecto</td></tr></table>	NOMBRE	Intervención de ocupaciones de cauce autorizadas		ID	PMA-AB-RH-1-P-IND-2		PLANTEAMIENTO DEL INDICADOR	Número de ocupaciones de cauce intervenidas/número de ocupaciones de cauce autorizadas *100		VALOR DE REFERENCIA	100%	No. de ocupaciones Autorizadas que son intervenidas	FRECUENCIA DEL INDICADOR	Semestral durante toda la etapa de construcción del proyecto		N/A															
	NOMBRE	Intervención de ocupaciones de cauce autorizadas																														
	ID	PMA-AB-RH-1-P-IND-2																														
	PLANTEAMIENTO DEL INDICADOR	Número de ocupaciones de cauce intervenidas/número de ocupaciones de cauce autorizadas *100																														
	VALOR DE REFERENCIA	100%	No. de ocupaciones Autorizadas que son intervenidas																													
	FRECUENCIA DEL INDICADOR	Semestral durante toda la etapa de construcción del proyecto																														
	<table><tr><th>NOMBRE</th><th colspan="2">Monitoreo fisicoquímico y microbiológico de cuerpos de agua</th></tr><tr><th>ID</th><td colspan="2">PMA-AB-RH-1-P-IND-3</td></tr><tr><th>PLANTEAMIENTO DEL INDICADOR</th><td colspan="2">(Número de monitoreos de calidad del agua realizados / Número de monitoreos de calidad del agua programados) * 100</td></tr><tr><th>VALOR DE REFERENCIA</th><td>100%</td><td>No. de monitoreos programados que fueron ejecutados</td></tr><tr><th>FRECUENCIA DEL INDICADOR</th><td colspan="2">Semestral durante todas las etapas del proyecto</td></tr></table>	NOMBRE	Monitoreo fisicoquímico y microbiológico de cuerpos de agua		ID	PMA-AB-RH-1-P-IND-3		PLANTEAMIENTO DEL INDICADOR	(Número de monitoreos de calidad del agua realizados / Número de monitoreos de calidad del agua programados) * 100		VALOR DE REFERENCIA	100%	No. de monitoreos programados que fueron ejecutados	FRECUENCIA DEL INDICADOR	Semestral durante todas las etapas del proyecto		<table><tr><th>NOMBRE</th><th colspan="2">Eficacia del monitoreo de cuerpos de agua</th></tr><tr><th>ID</th><td colspan="2">PMA-AB-RH-1-P-INDE-3</td></tr><tr><th>PLANTEAMIENTO DEL INDICADOR</th><td colspan="2">(Número de parámetros que cumplen la normatividad ambiental vigente / Número de parámetros monitoreados que establecen límites en la normatividad ambiental vigente) x 100</td></tr><tr><th>VALOR DE REFERENCIA</th><td>100%</td><td>No. parámetros que cumplen la normatividad vigente</td></tr><tr><th>FRECUENCIA DEL INDICADOR</th><td colspan="2">Semestral durante todas las etapas del proyecto.</td></tr></table>	NOMBRE	Eficacia del monitoreo de cuerpos de agua		ID	PMA-AB-RH-1-P-INDE-3		PLANTEAMIENTO DEL INDICADOR	(Número de parámetros que cumplen la normatividad ambiental vigente / Número de parámetros monitoreados que establecen límites en la normatividad ambiental vigente) x 100		VALOR DE REFERENCIA	100%	No. parámetros que cumplen la normatividad vigente	FRECUENCIA DEL INDICADOR	Semestral durante todas las etapas del proyecto.	
	NOMBRE	Monitoreo fisicoquímico y microbiológico de cuerpos de agua																														
	ID	PMA-AB-RH-1-P-IND-3																														
	PLANTEAMIENTO DEL INDICADOR	(Número de monitoreos de calidad del agua realizados / Número de monitoreos de calidad del agua programados) * 100																														
VALOR DE REFERENCIA	100%	No. de monitoreos programados que fueron ejecutados																														
FRECUENCIA DEL INDICADOR	Semestral durante todas las etapas del proyecto																															
NOMBRE	Eficacia del monitoreo de cuerpos de agua																															
ID	PMA-AB-RH-1-P-INDE-3																															
PLANTEAMIENTO DEL INDICADOR	(Número de parámetros que cumplen la normatividad ambiental vigente / Número de parámetros monitoreados que establecen límites en la normatividad ambiental vigente) x 100																															
VALOR DE REFERENCIA	100%	No. parámetros que cumplen la normatividad vigente																														
FRECUENCIA DEL INDICADOR	Semestral durante todas las etapas del proyecto.																															
OBRAS PROPUESTAS A IMPLEMENTAR																																
El cruce de cuerpos de agua para el Área de Desarrollo VSM-37, se realizará de manera aérea sobre marcos H, cerchas metálicas, torres metálicas y suspensión por cable de acero y/o cruce subfluvial mediante perforación horizontal dirigida (PHD) o a zanja abierta.																																
Cruce aéreo sobre marcos H																																
Este tipo de cruce se debe realizar sin intervenir los cauces y su ronda de protección, buscando que la lingada del cruce se realiza a un costado del margen de cauce o ronda de protección, mientras en el otro costado es halada empleando una retroexcavadora o buldócer; cuando la lingada esté en su posición final, se																																

instalan los marcos "H" siguiendo las medidas de manejo establecidas para el proceso constructivo. En la **Figura 2**, se presenta el esquema tipo para la actividad de lanzamiento de ligada en cruce de cuerpos de agua.

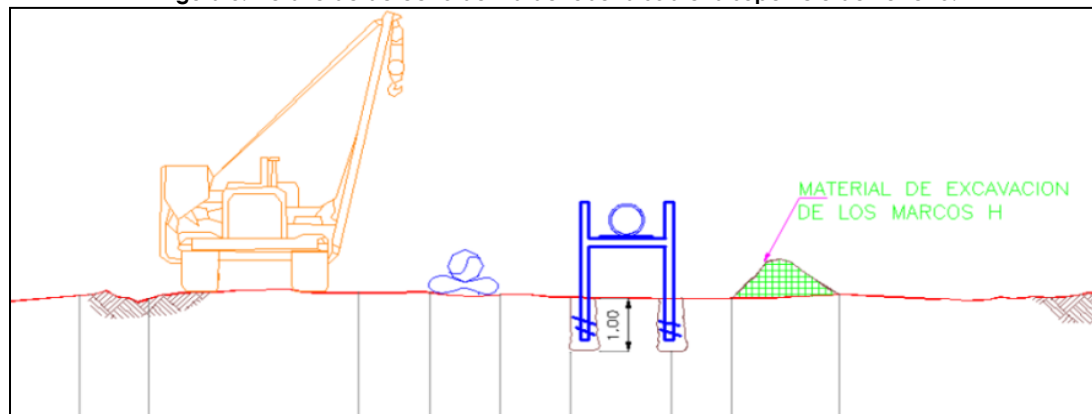
**Figura 2. Lanzamiento de ligada en cruce de cuerpo de agua**



**Fuente: PAREX., 2023.**

La tubería en que se fabrican por lo general de 4 o 6 pulgadas de diámetro o más, dependiendo del diámetro de tubería a soportar y se instalan en derecho de vía fuera del cauce (a lado y lado). Para la instalación de estos se debe realizar la excavación de huecos de diámetro entre 0,20 y 0,40 m, llenando el espacio entre el hueco y el tubo con mortero 4:1 de arena y cemento, separándolo de acuerdo con lo indicado en los diseños. En la **Figura 3** se presentan el esquema para derecho de vía de la instalación de marcos H y el esquema tipo de Marcos H.

**Figura 3. Detalle de derecho de vía de tubería sobre la superficie del terreno.**



**Fuente: PAREX., 2023.**

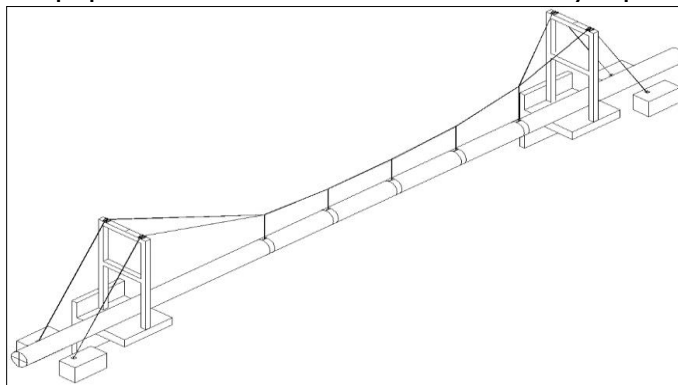
#### **Cerchas metálicas**

Son estructuras de acero que se utilizan para cruces de cauces prolongados, donde los marcos "H", no son suficientes para sostener la tubería. Dichas estructuras se ensamblan en talleres, en tubería de aproximadamente 2 pulgadas (según el diámetro de tubería a soportar), para luego ser instaladas en el sitio de cruce y fuera del cauce en los costados.

#### **Cruce aéreo mediante torres metálicas y suspensión por cables de acero.**

En este tipo de cruce no se realiza intervención directa del cruce. Las obras incluyen el suministro de equipos, materiales, personal, energía, sistema de comunicación interna y todos los demás recursos necesarios para las labores de cimentación de las torres metálicas, cimentación de los cuerpos de anclaje, halado e instalación de las ligadas de tubería, sostenimiento y tensión de cuerdas de acero. Ver **Figura 1**.

**Figura 2. Esquema diseño tipo para cruces aéreos mediante torres metálicas y suspensión por cables de acero**



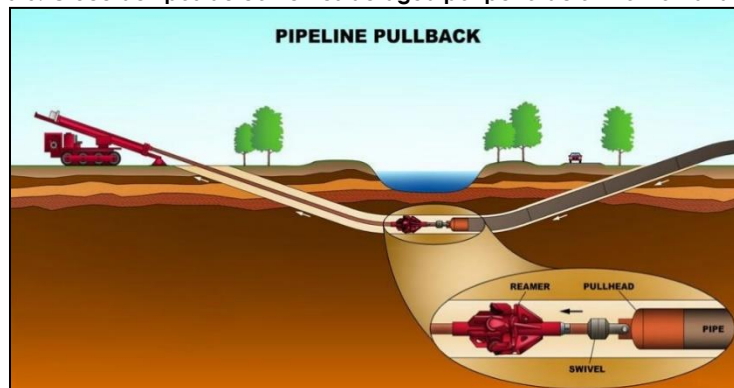
**Fuente: PAREX., 2023.**

**Cruce subfluvial mediante perforación horizontal dirigida (PHD)**

En los cruces de cuerpos de agua, también se contempla realizar el cruce subfluvial mediante perforación horizontal dirigida PHD, el cual es un método dirigible, sin zanjías, para la instalación subterránea de tuberías en un arco, a lo largo de una trayectoria con un mínimo impacto sobre el área circundante.

Las máquinas PHD presentan dos características comunes, un soporte que empuja la sarta de perforación para la perforación piloto y luego tira de ella y del tubo durante el ensanchamiento y un motor que hace girar la sarta de perforación, junto con la cabeza de perforación o de ensanche. El empuje suele ser hidráulico, y la inclinación del soporte está inclinada entre 10° y 20° respecto a la horizontal. Si la máquina se emplaza en un foso, la reacción necesaria la proporcionan las caras de la excavación. Las máquinas de superficie se anclan al suelo para su estabilización. En la ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., se presenta el esquema tipo para cruce de corrientes de agua por perforación horizontal dirigida.

**Figura 5. Cruce de tipos de corrientes de agua por perforación horizontal dirigida.**



Fuente: [www.aples.net](http://www.aples.net).

**Cruce subfluvial en zanja abierta, posterior bajado y tapado.**

Este tipo de cruces aplica para todas las corrientes menores, tributarias o principales con régimen de caudal estacional (activo únicamente en época de lluvias), con un ancho de cauce entre 2,0 y 10,0 metro, profundidades máximas de 3,0 metros, con poco desarrollo de vegetación ripario y márgenes relativamente estables.

**Cruce subfluvial en cabeceras de drenaje**

Al igual que con cruce subfluvial en zanja abierta, este tipo de cruces se realiza mediante apertura de zanja y posterior bajado y tapado. Sin embargo, solo aplica para atravesar cabeceras de drenaje con régimen de caudal efímero, es decir; solamente están activas en momento de precipitaciones; el desplante de la tubería se realiza a una profundidad no menor de 1,20 metros, por debajo de la superficie actual del terreno, siguiendo adecuadamente las medidas de anejo ambiental para el control de erosión y sedimentación aguas abajo del cruce.

**LUGAR DE APLICACIÓN**

Las medidas de manejo descritas en la presente **Ficha VSM37-PMA-AB-RH-1 Manejo de cruces de cuerpos de agua** serán ejecutadas en el Área de influencia del proyecto Área de Desarrollo VSM-37, de conformidad con lo establecido en el Acto Administrativo que emite la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales –ANLA en el proceso de Licenciamiento Ambiental.

**POBLACIÓN BENEFICIADA**

La población que se beneficiará con la implementación de las medidas de manejo descritas en la presente **Ficha VSM37-PMA-AB-RH-1 Manejo de cruces de cuerpos de agua** corresponderá a los grupos poblacionales y al personal vinculado al proyecto Área de Desarrollo VSM-37.

**MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS**

Los mecanismos y estrategias participativas que se pueden ejercer en la ejecución de la **Ficha VSM37-PMA-AB-RH-1 Manejo de cruces de cuerpos de agua** corresponden a todos aquellos establecidos en el ordenamiento jurídico colombiano, de forma tal que garanticen los principios constitucionales de participación, control, vigilancia y veeduría de las actividades relacionadas con el Área de Desarrollo VSM-37.

## PERSONAL REQUERIDO

Mano de obra calificada		Mano de obra no calificada	
Tipo	Cantidad	Tipo	Cantidad
Ingeniero civil	1	Operadores de maquinas	4
Ingeniero ambiental	1	Cuadrilla de obreros	10
Hidrólogo	1		

## RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN

El responsable de la ejecución de las actividades propuestas en la ficha es **PAREX RESOURCES (COLOMBIA) AG SUCURSAL**.

## SOPORTE DE EJECUCIÓN

Las actividades de seguimiento y monitoreo se deben realizar durante la ejecución de las obras de cruce, donde se verifique la ejecución de las obras y se controle la afectación sobre el recurso hídrico, para lo cual se contará con el correspondiente registro fotográfico.

Entre otras en el seguimiento y monitoreo se debe:

- Supervisar las actividades de campo y comparar con los diseños para verificar su cumplimiento.

Monitoreos físicoquímicos en los cruces que tengan intervención derivada de la construcción de vías y líneas de flujo.

## CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS DE MANEJO

Actividades de las Medidas de manejo	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5		Año 6		Año 7		Año 8		Año 9		Año 10		Año 11		Año 12		Año 13		Año 14		Año 15		Año 16		Año 17		Año 18		Año 19		Año 20	
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40
<b>Acción PMA-AB-RH-1-P-1</b> Acciones generales por desarrollar en el manejo de cruces de cuerpos de agua.																																								

**Pág. 15**

Medida de manejo	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo parcial
Obras de Ocupación de cauce	Und	Indeterminadas	COP \$ 8.400.000	COP \$ 8.400.000
Señalización de áreas a intervenir	Und	Indeterminadas	COP \$ 96.000	COP \$ 96.000
Mantenimiento de obras de drenaje	Und	Indeterminadas	COP \$ 1.200.000	COP \$ 1.200.000
Monitoreo de calidad del agua	Und	Indeterminadas	COP \$ 18.000.000	COP \$ 18.000.000
<b>Costo total para la implementación de las medidas de manejo</b>				<b>COP\$ 27.696.000</b>

**Nota a la estructura presupuestal:**

- i. Asignación de precios de mercado en unidades de Pesos colombianos y en términos reales del año 2023.
- ii. Estos recursos están sujetos a ajustes de acuerdo con los cambios de los precios en el mercado y al desarrollo del proyecto.