



UNIVERSIDAD EAN

INSTITUTO PARA EL EMPRENDIMIENTO SOSTENIBLE
MAESTRÍA EN GERENCIA ESTRATÉGICA DEL DISEÑO

MONOGRAFÍA
DISEÑO DE UNA RUTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL CONVENIO
DE MINAMATA SOBRE MERCURIO EN EL MUNICIPIO DE SAN
ROQUE: UNA APLICACIÓN DEL DOBLE DIAMANTE

AUTORA
MELISSA CORREA VÉLEZ

DIRECTOR
MIGUEL ÁNGEL ZÚÑIGA

BOGOTÁ D.C, 18 DE NOVIEMBRE DE 2019

AGRADECIMIENTOS

A mi buen amigo y guía, por prometer y cumplir.

A mi abuela, madre y tías, por enseñarme a ser
una mujer de valor.

A mis tíos, hermano y primos por ser el soporte de
mis sueños.

A mi inspirador esposo, por no negarse a oír,
alentar y animar en los días difíciles.

Al valiente Emilio Jimenez, y a los primeros 7 de la
MGED, por su paciencia en develar el proceso de
diseño a una no diseñadora.

A mis sabios jefes de la ONUDI y de la Fundación
Agriteam, por creer en mí.

A la población dirigente, minera, médica y
estudiantil San Rocana, por dar el primer paso, el
segundo y los siguientes para cambiar el mundo.

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN	7
2. OBJETIVOS.....	13
2.1. General	14
2.2. Específicos.....	14
3. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
4. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	20
4.1. Breve descripción del municipio de San Roque, Antioquia, y su situación a 2018	21
4.2. Introducción al Convenio de Minamata.....	23
4.2.1 El Convenio de Minamata sobre mercurio en Colombia.....	25
4.2.2 Cifras del mercurio en Colombia	27
4.2.3 Los retos alrededor de la aplicación del convenio	30
4.3. La gestión de intangibles	33
4.3.1. La eliminación del uso del mercurio como un asunto de la gestión de intangibles	35
4.4. El pensamiento de diseño como metodología para la gestión de intangibles.	39
4.4.1 Fundamento 1: El Pensamiento de Diseño prioriza la participación del involucrado.....	39
4.4.2 Fundamento 2: El Pensamiento de Diseño es iterativo	41
4.4.3 Fundamento 3: El Pensamiento de Diseño es metodológico	43
4.5. Selección del método del pensamiento de diseño para la investigación.....	48
5. DISEÑO METODOLÓGICO.....	51
5.1. Tipología de la investigación.....	52
5.2. Población y muestra de estudio	53
5.3. Técnicas de recolección propias de las metodologías de investigación científica	54
5.3.1 Análisis de documentos.....	55
5.3.2 Grupo de enfoque.....	55
5.3.3 Encuesta o cuestionario mixto, por entrevista personal	57
6. DESARROLLO DEL TRABAJO Y RESULTADOS.....	61
6.1. Herramientas del doble diamante para identificar una ruta para la implementación del convenio de Minamata.....	62
6.2. Aplicación del doble diamante en la determinación de la ruta de implementación del convenio de Minamata para el municipio de San Roque.	63
4.2.4 Descubrir	63

4.2.5	Definir	70
4.2.6	Desarrollar	76
4.2.7	Entregar.....	89
6.3.	Definición de la ruta para la implementación del convenio de Minamata para el municipio de San Roque.....	91
7.	CONCLUSIONES y FUTUROS DESARROLLOS.....	93
7.1.	Conclusiones.....	94
7.2.	Futuros escenarios.....	95
8.	Trabajos citados.....	97

Lista de tablas

Tabla 1. Etapas clave del Pensamiento de Diseño según seis autores diferentes ..	44
Tabla 2. Esquema de grupo de enfoque	56

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Aplicación del modelo del doble diamante a la creación de herramientas para la aplicación del convenio de Minamata sobre mercurio, en el municipio de San Roque, Antioquia.....	12
Ilustración 2. Afectaciones al mercurio y otros datos	17
Ilustración 3. Ubicación del municipio de San Roque, en el departamento de Antioquia y el mapa de Colombia.....	21
Ilustración 4. Mapa de emisiones de mercurio por país Fuente. Tomado de (Geovisualist, 2013).	28
Ilustración 5. Participación de las liberaciones según las matrices ambientales Colombia 2015	29
Ilustración 6. Liberaciones por categoría de fuente, Colombia 2015	29
Ilustración 7. Acciones base para la implementación del Convenio de Minamata ...	30
Ilustración 8. Objetivos de Desarrollo Sostenible	36
Ilustración 9. Productos y procesos con uso y libres de mercurio	38
Ilustración 10. El paisaje emergente de los enfoques y métodos de investigación de diseño.....	40
Ilustración 11. Estructura del diseño actual, considerando una parte de ella como diseño tradicional.	41
Ilustración 12. El caos en el pensamiento de diseño	43
Ilustración 13. Arquetipo de un proceso	43
Ilustración 14. Análisis comparativo modelos del pensamiento de diseño	49
Ilustración 15. Esquema del diseño metodológico	52
Ilustración 16. Descripción grafica de la selección de la Población objeto de estudio.	53
Ilustración 17. Ciclo de vida del mercurio y los actores locales involucrados.....	54
Ilustración 18. Proceso para definir el contenido de la ficha de caracterización minera	58
Ilustración 19. Formulario para recolección de datos mineros San Roque	58
Ilustración 20. Del viejo al nuevo proceso de toma de decisiones	62
Ilustración 21. Herramientas seleccionadas por etapa del doble diamante.....	63
Ilustración 22. Aplicación de la herramienta 'prototipo para empatizar'	65
Ilustración 23. Aplicación de la herramienta 'Brief, principio del diseño'.....	66
Ilustración 24. Representación de los ejes para la ruta de implementación del convenio - versión 1	70
Ilustración 25. Ruta de implementación del convenio de Minamata en el municipio de San Roque, versión 1.....	72
Ilustración 26. Ficha resumen: estudios de mineral y la definición de procesos mineros.	81
Ilustración 27. Evidencias fotografías de los desarrollos en salud	84
Ilustración 28. Ruta de implementación del convenio de Minamata en el municipio de San Roque, versión final	92

1. INTRODUCCIÓN



El concepto de desarrollo sostenible declarado por el Informe de Brundtland en 1987 marca el inicio de los parámetros para la producción más limpia, reconociendo que las actividades de extracción, transformación y comercialización en el mundo deben asegurar la protección de la salud humana y ambiental de todo efecto negativo.

El desarrollo sostenible es aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (Zarta-Ávila, 2018)

No obstante, algunas cifras nos demuestran que la producción más limpia continúa siendo un objetivo por alcanzar y no un estado real del comportamiento económico en los países, veamos por ejemplo: entre 1997 y 2011, las especies de agua dulce se reducen en un 81% debido al aumento de la urbanización, la expansión agrícola y la deforestación (UN Environment, 2019); en 2012 un total de 138.000 muertes en las Américas (renta baja y media) fueron atribuidas a la contaminación del aire en el ambiente y a la contaminación del aire doméstico (UN Environment, 2019); y en 2016 se declara que 8 millones de toneladas plástico llegan a contaminar los océanos anualmente (Noticias ONU, 2019).

Dos de los mecanismos para corresponder a esta situación de deterioro ambiental y humanitario son: la declaración de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles que involucra 193 países y establecen metas, indicadores, herramientas y recursos técnico-financieros para reducir la pobreza, proteger al planeta y generar paz y prosperidad en la humanidad; y los Acuerdos Ambientales Multilaterales (existen más de 200 en el mundo) para controlar las sustancias tóxicas, proteger las especies en peligro de extinción, el aire y la biodiversidad (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2005).

En Colombia estos aspectos ambientales no difieren de la situación global, más aún cuando su riqueza biogeográfica se ha visto sometida a los procesos de desarrollo con poca atención al tema ambiental (Murillo, 2008); sobre este asunto la profesora Raquel Villafrades, menciona:

Colombia, cuenta con 311 tipos de ecosistemas continentales y costeros, es el primer país en diversidad de aves y orquídeas, el segundo en diversidad de plantas, anfibios, peces dulceacuícolas y mariposas, el tercero en diversidad de reptiles y palmas y el cuarto país del mundo en diversidad de mamíferos, no obstante, a pesar de la gran riqueza biológica es un país con graves conflictos ambientales que incluyen desde alta contaminación de aguas y suelos por mercurio (Hg) hasta la intervención humana en parques naturales, páramos y reservas naturales asociados, principalmente, a la extracción de minerales (Villafrades-Torres, 2017).

En respuesta a esta situación se aplican los mecanismos anteriormente mencionados, así: el gobierno colombiano ha incorporado las metas de los Objetivos de Desarrollo sostenible en los Planes Nacionales de Desarrollo 2014 y 2018 de manera que estos conforman los determinantes de la política pública del país (Cahavarro, et al., 2017), y respecto de los acuerdos multilaterales ambientales, el país trabaja en 7 aspectos diferentes: economía circular, energía, desertificación, aguas dulces y océanos, sustancias químicas, biodiversidad y cambio climático.

Uno de los retos ambientales en el país que menciona Villafrades-Torres (2017) también ha sido corroborado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), la cual declaró en 2015 que **Colombia es el mayor generador de emisiones y liberaciones de mercurio per cápita en todo el mundo** (OCDE, 2015).

Sobre esta consideración, el país logró ratificar el acuerdo multilateral denominado Convenio de Minamata en 2018, cuyo objeto principal es la protección del ambiente y la salud humana de la sustancia química del mercurio.

La implementación de los parámetros que el convenio determina para los países miembros (114 a la fecha) representan un reto legislativo, técnico, financiero y humano como lo reconoce el PNUMA en su informe: El Convenio de Minamata sobre el Mercurio y su implementación en la región de América Latina y el Caribe (2014); no obstante, en este informe reconoce que los retos no se quedan en elementos puramente técnicos sino que deben incluirse los aspectos sociales de su aplicación y

por tal reitera en las consideraciones finales del documento los retos en términos del involucramiento de actores humanos:

Todas las acciones deberían acompañarse además, de campañas de sensibilización e información a la población sobre la problemática del mercurio, exposición, uso, producción, comercio, liberación y disposición. Se debe incentivar el uso de productos sin mercurio y educar a profesionales de la odontología y salud especialmente, en el uso de dispositivos y técnicas libres de dicho metal (PNUMA, 2014).

En este sentido, el presente documento toma como objeto de investigación la implementación del Convenio de Minamata en el municipio de San Roque (Antioquia, Colombia), haciendo uso del Pensamiento de Diseño como una metodología útil para la solución de problemas centrados en el usuario.

Los autores Tim Brown & Roger Martin (2015) reconocen que las primeras labores realizadas por el diseño se centraron en productos (mobiliario, edificaciones, costura, vehículos, y entre otros) sin embargo, con el acercamiento del diseño al reconocimiento de las necesidades de usuario, su área de trabajo se amplió: de los artefactos a las experiencias y las estrategias; por ejemplo, se observa que, ante situaciones problemáticas, el diseño permite abordar los problemas desde perspectivas sistémicas, es decir que considera el todo y sus partes, así como la conexiones entre estas. De igual forma, Tim Brown ejemplifica las virtudes de diseñar centrando las soluciones en el usuario para enfrentar los retos actuales del mundo:

En todas partes vemos problemas que se pueden resolver solo mediante innovación: servicios médicos prohibitivos o no disponibles, miles de millones de personas intentando vivir con sólo unos cuantos dólares al día, un uso de la energía que sobre pasa la capacidad del planeta para mantenerla, sistemas de educación que decepcionan a muchos estudiantes y empresas cuyos mercados tradicionales se ven perturbados por nuevas tecnologías o cambios demográficos. Todos estos problemas tienen las personas como su centro. Requiere un enfoque creativo, iterativo, práctico y centrado en las personas para hallar las mejores ideas y soluciones definitivas (Brown T. , 2008).

En la aplicación del Pensamiento de Diseño (PD) varios autores han generado diversos métodos para su aplicación (Design Council, 2007), (Tu, Liu, & Wu, 2018) (Vianna, Vianna, Adler, Lucena, & Russo, 2011) (Naiman, 2019) (Zúñiga-Gutiérrez, 2017) (Jimenez-Ibáñez, 2017), tantos que Dubberly (2004) afirma que todos diseñamos y con esto, los métodos de diseño de la ingeniería, administración, arquitectura y otras ciencias, podrán generar tantos modelos de PD como ideas puedan existir. Es por tanto, que la presente investigación prioriza dos elementos para seleccionar un método de aplicación: la incertidumbre frente al problema real sobre mercurio en municipio (dado que no existe un diagnóstico inicial en el municipio ni un reporte sobre su estado primario) y el enfoque sobre la comprensión del entorno (teniendo en cuenta que la aplicación del convenio requiere la integralidad de acciones que aborden el ciclo de vida del mercurio); obteniendo como resultado el método del doble diamante del Design Council.

Así que, se ejecuta en cuatro etapas el proceso de esta investigación conservando la estructura del Doble Diamante: Descubrir, Definir, Desarrollar y Entregar, como se presenta en la Ilustración 1; bajo el tipo de investigación experimental de enfoque cualitativo y con fuentes primarias.

Etapa 1.

Se realizaron dos mesas de trabajo en el municipio de San Roque con las autoridades locales para identificar las brechas en la aplicación del Convenio de Minamata y proyectar acciones a corto plazo que se encontraran alineadas con su Plan de Desarrollo Municipal;

Etapa 2.

Teniendo en cuenta la diversidad poblacional que interviene en la aplicación de la convención de Minamata, se identificaron las actividades, herramientas y actores para el cumplimiento del Convenio:

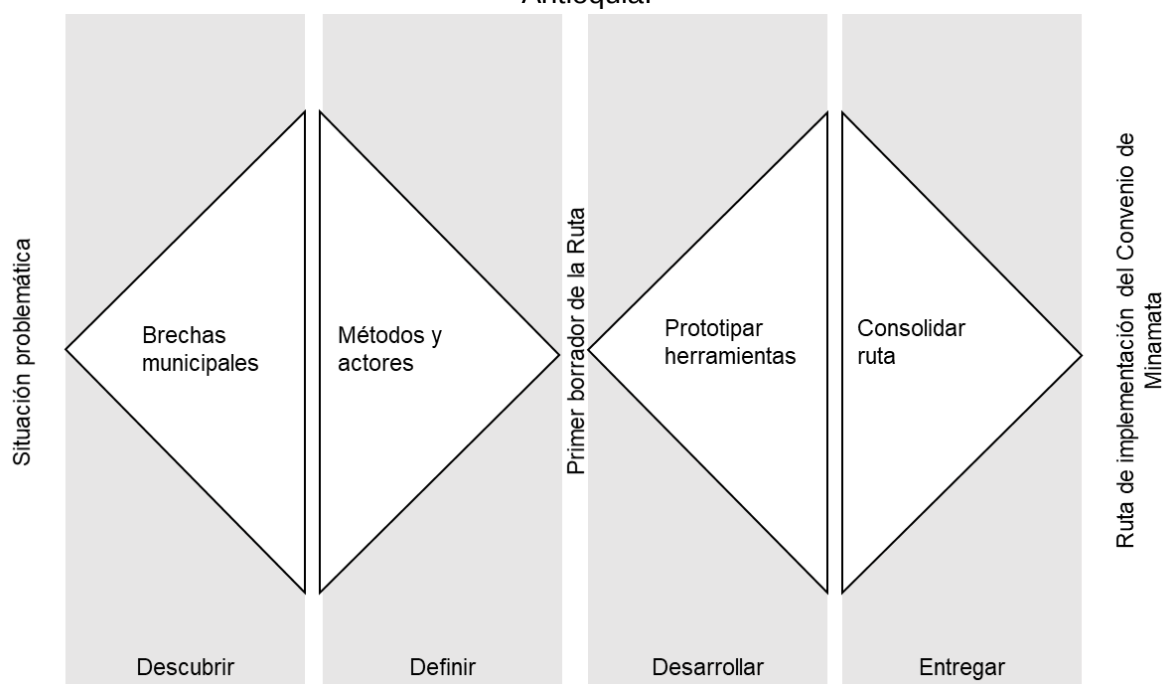
Etapa 3.

Se realizaron 629 entrevistas a la población involucrada en la minería de oro, un entrenamiento a 56 personas del servicio hospitalario, y 5 formaciones adicionales a 120 integrantes de la comunidad educativa municipal: docentes y estudiantes.

Etapa 4.

Finalmente, se consolida el proceso de investigación en el establecimiento de herramientas para aplicación del convenio de Minamata, que en el ciclo del pensamiento de diseño se puede describir con el *Modelo del Doble Diamante* dado por: Descubrir, Definir, Desarrollar y Entregar.

Ilustración 1. Aplicación del modelo del doble diamante a la creación de herramientas para la aplicación del convenio de Minamata sobre mercurio, en el municipio de San Roque, Antioquia.



Fuente. Creación Propia. Adaptación del (Design Council, 2007)

A continuación, se presenta el desarrollo de esta investigación y la propuesta de ruta de aplicación del Convenio de Minamata en el municipio de San Roque como resultado de un proceso de Pensamiento de Diseño Centrado en usuario.

2. OBJETIVOS

2.1. General

Diseñar la ruta de implementación del Convenio de Minamata en el municipio de San Roque haciendo uso del pensamiento de diseño.

2.2. Específicos

- Identificar herramientas del pensamiento de diseño que permitan trazar una ruta para la implementación del convenio de Minamata.
- Aplicar la metodología del doble diamante para determinar la ruta de implementación del convenio de Minamata para el municipio de San Roque.
- Definir la ruta para la implementación del convenio de Minamata para el municipio de San Roque según las etapas del modelo del doble diamante.

3. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

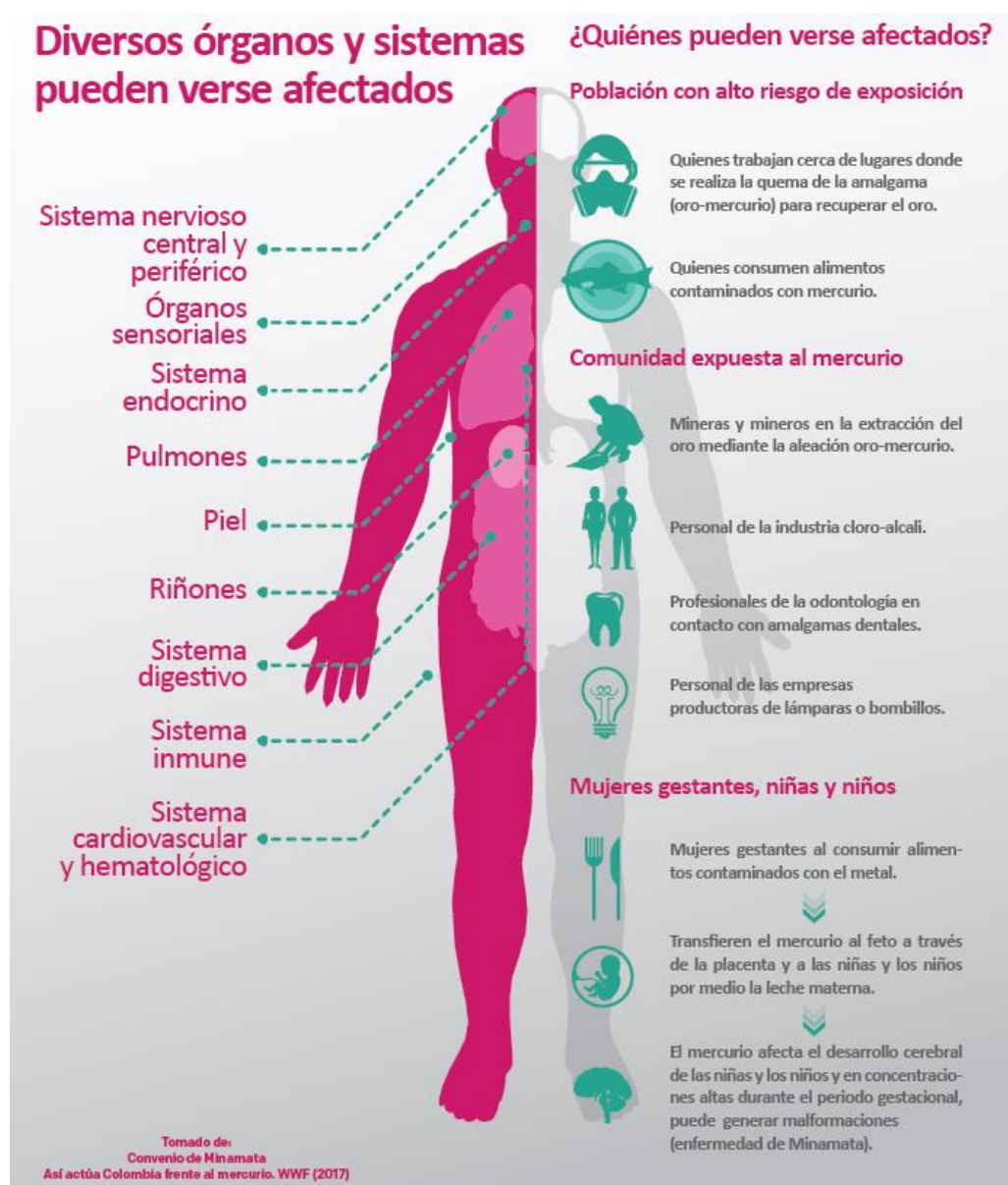
¿Cómo implementar las orientaciones del Convenio de Minamata en el municipio de San Roque, Antioquia, haciendo uso de las herramientas de pensamiento de Diseño?

La adhesión a la OCDE de Colombia inicio oficialmente en 2013 con la hoja de ruta para la adopción de políticas públicas que le permitiera hacer parte de este selecto grupo para la cooperación y el desarrollo económico (OCDE, 2013); estas acciones fueron descritas por el entonces director de Departamento Nacional de planeación Luis Fernando Mejía (BBC Mundo, 2018) como la ruta para el crecimiento económico con menor impacto ambiental y en mejores empleos, con un mayor grado de formalización. El proceso de adhesión finalizó en el 2018 después de pasar por 23 comités distintos, y abrió las puertas del país para recibir apoyo y transformar su estado de la calidad de vida.

En el intermedio de este proceso el país recibió la primera Evaluación de desempeño ambiental (2014), la cual señaló que Colombia debía identificar alternativas al uso de mercurio como una política para el crecimiento ecológico que asegure la protección de la vida humana y ambiental en todo el territorio nacional; en 2015 la OCDE añadió a estas recomendaciones a través del documento “Políticas prioritarias para un desarrollo inclusivo” que Colombia es el mayor generador de emisiones y liberaciones de mercurio per cápita en todo el mundo (OCDE, 2015), principalmente por el uso del mercurio en la Minería de Oro Artesanal y a Pequeña escala (MAAPE), en la producción de cloro-álcali y luminarias, y el manejo de rellenos sanitarios, sobre lo cual debería decretar acciones que protejan la salud humana y del medio ambiente.

Sobre el mercurio, la Organización Mundial para la Salud (OMS) ha declarado que esta sustancia constituye una amenaza para humanidad, logrando el deterioro de los sistemas nervioso, digestivo, respiratorio, inmunológico y la piel (Ilustración 2); así como la OMS, los investigadores Julvez et al (2013) indican que los niveles de mercurio de las mujeres en estado de gestación pueden transferirse al feto y de esta manera generar la reducción del cociente intelectual de los bebés, además de los otros efectos mencionados, lo cual significa que se reducen las capacidades de la población de autosostenerse y generar bienestar. Así mismo, la Agencia de Drogas y Alimentos (FDA) de los Estados Unidos, ha logrado establecer que los niveles de mercurio en los océanos han logrado generar una contaminación significativa en peces y mariscos, que obligan a los países a determinar alertas de consumo para la población vulnerable: mujeres en estado de gestación y niños menores de 6 años (FDA, 2019)

Ilustración 2. Afectaciones al mercurio y otros datos



Fuente. Tomado de ¿cómo afecta el mercurio a la salud humana? (Proyecto Comunica, 2019)

Teniendo en cuenta el interés del gobierno para adherirse a la OCDE, y la gravedad de los impactos del mercurio, en 2017 el gabinete presidencial reunió las suficientes evidencias para que el 11 de mayo del 2018, el Congreso de la Republica de Colombia firmara la adhesión del país a la Convención de Minamata sobre mercurio, en donde unido a 113 países más debe desarrollar e implementar herramientas para eliminar el uso del mercurio y controlar los efectos del mercurio sobre el ambiente y la población.

En la exposición de motivos para la adhesión los ministerios de: Relaciones Exteriores, Comercio, Industria y Turismo, Ambiente y Desarrollo Sostenible, Salud y Protección Social, y Minas y Energía (Congreso de Colombia, 2018), explicaron que:

- Los efectos neurosensoriales que puede causar el mercurio disminuyen las capacidades cognitivas y productivas de la población, afectando de esta manera el crecimiento y desarrollo del país.
- Existen casos de intoxicación reportados en Colombia a través de Sistema de Vigilancia Epidemiológica, no obstante se puede identificar que hay casos no reportados por la falta de capacidades diagnósticas para identificar nuevos casos.
- El consumo de pescado como una de las fuentes de mayor contaminación a la población en general, es de preocupación en Colombia dada la existencia de comunidades dependientes del consumo y las labores de la pesca; el 85% del total de la actividad pesquera del país se destina para autoconsumo.
- Es necesario desarrollar mecanismos para que los territorios desarrollen planes de acción para controlar el uso del mercurio en la minería aurífera de subsistencia *según datos de la Defensoría del pueblo, la minería tradicional en Colombia se encuentra presente en el 44% de los municipios del país y representa el 30% del total de las explotaciones mineras.*
- Y finalmente, resaltan que el Convenio de Minamata constituye en estos momentos una de las prioridades en la agenda ambiental internacional; reconoce que el mercurio es una sustancia que por sus características fisicoquímicas puede trasladarse grandes distancias utilizando diversas matrices ambientales y animales pasando por alto fronteras sociopolíticas, y que además puede transmitirse de la madre al feto en el proceso de gestación e incluso en la lactancia.

Ahora bien, los retos para cumplir con el Convenio fueron evaluados por la Naciones Unidas a través del documento *Evaluación Temprana del Convenio de Minamata o*

MIA por sus siglas en inglés (ONUDI, CNPML & MINAMBIENTE, 2017) el cual concluye que existen cuatro brechas principales para su implementación:

- La falta de formación de las autoridades en las herramientas legislativas y conceptos básicos de la sustancia,
- La deficiente articulación institucional para accionar programas de prevención y sensibilización en los municipios,
- La baja implementación de alternativas tecnológicas en productos y procesos que utilizan mercurio y
- El desconocimiento de las fuentes puntuales de mercurio.

En atención a estas consideraciones y la necesidad de asumir los retos de la convención a nivel territorial, en especial de los municipios de tradición minera con uso de mercurio en Colombia, la presente investigación analiza cómo el uso del Pensamiento de Diseño puede facilitar, estructurar y permitir la aplicación de la Convención en el municipio de San Roque, Antioquia.

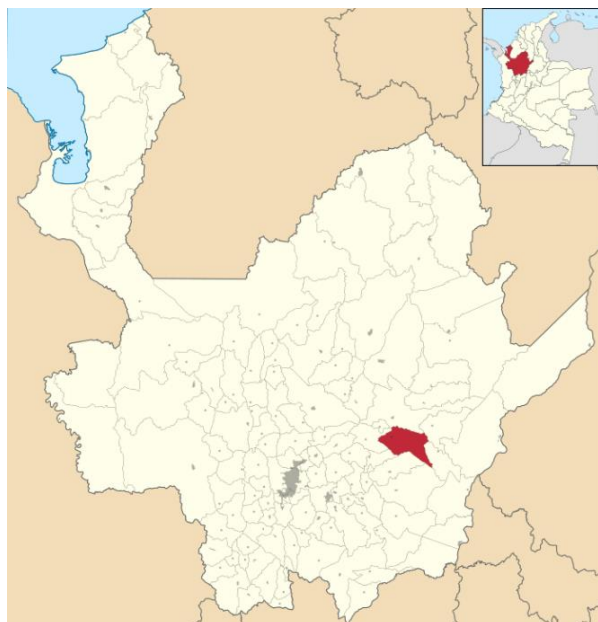
El cuestionamiento por resolver es ¿Cómo implementar las orientaciones del Convenio de Minamata en el municipio de San Roque, Antioquia, haciendo uso de las herramientas de pensamiento de Diseño?

4. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

En este capítulo se presenta una breve descripción del municipio donde se realizó la investigación, seguidamente el contexto bajo el cual se desarrolla el Convenio de Minamata en Colombia y los retos que representa para el país su implementación; finalmente se introducen las herramientas del Pensamiento de Diseño para comprender cómo permitirán resolver la pregunta de investigación.

4.1. Breve descripción del municipio de San Roque, Antioquia, y su situación a 2018

Ilustración 3. Ubicación del municipio de San Roque, en el departamento de Antioquia y el mapa de Colombia.



Tomado de: Milenioscuro - Trabajo propio, CC BY-SA. 3.0.
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=12431851>

El municipio de San Roque se encuentra ubicado en el departamento de Antioquia, Colombia, a una distancia de 108 kilómetros de la capital departamental Medellín. Cuenta con una extensión territorial de 40.715 hectáreas de las cuales solo 58 corresponden a la cobertura urbana y las restantes a rurales. Las principales actividades económicas que se realizan en el municipio son la producción de caña de azúcar, la minería de oro, y la ganadería.

En las últimas dos décadas el municipio se encuentra trabajando en la recuperación de su territorio después del cese de la guerra y la llegada del ejército

y diversas acciones gubernamentales para regresar la paz a la región, es así como se estima que San Roque cuenta con 23.425 habitantes, contrario a las cifras de 2005 donde reportaba la mitad de ellos: 12.256. En este proceso de recuperación, el municipio ha renovado sus vías de transporte, escuelas urbanas y rurales, trapiches de caña y abierto sus puertas a la inversión extranjera con la llegada de uno de los Proyectos de Interés Nacional¹: *Gramalote*, una operación de minería de oro de la compañía Anglogold Ashanti, que espera operar a 2043 con unas reservas de 3.843

¹ Los proyectos de interés nacional y estratégico (PINE) surgen del documento Conpes 3762 del 2013 “Lineamientos de política para el desarrollo de PINE”, el cual establece los criterios para considerar un proyecto de interés nacional estratégico. Para que un proyecto sea catalogado como de interés nacional y estratégico (PINE), debe contar, entre otras, con las siguientes características: Que aumente significativamente la productividad y competitividad de la economía nacional o regional; Que genere impacto significativo a la creación de empleo directo o por vía de encadenamientos, y/o la inversión de capital (...). **Fuente especificada no válida..**

kOz de Oro y 6.738 kOz de Plata en los municipios de San Roque, Santo Domingo, Yolombó, Cisneros, Caracolí y Maceo, del departamento de Antioquia.

El Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio (2013), estimaba que en 2008 contaba con una población de 283 mineros de oro, artesanales y de tradición en su territorio. Ocho años después, un estudio de la Universidad de British Columbia estima la existencia de 400 mineros (Jimenez, Veiga, & Almeida, 2016), descritos como: mineros que aprendieron sus prácticas con sus padres y abuelos, utilizando métodos muy primitivos, sin embargo, muchos se encuentran interesados en mejorar sus métodos y aprender cómo pueden implementar procesamientos de minería más limpios y seguros.

Sobre la relación de la población minera con la compañía Anglogold, se puede decir que está llena de desavenencias producto de los cambios en la legislación que ofreció inicialmente vías de compensación económica para expulsar a los mineros artesanales de territorios concedidos a las grandes mineras y 10 años después cerro toda posibilidad de compensación y exigiéndole a los mineros artesanales un proceso de negociación basado en la concesión de una parte de los títulos mineros siempre que se cumpla con las reglamentaciones ambientales y mineras, una situación inalcanzable para los mineros tradicionales. Esta situación ha sido expresada por la población minera de San Roque a través de las protestas de septiembre del 2017 (El Tiempo, 2017) y mayo del 2019 (Escenario Local, 2019).

A pesar de las dificultades expresadas por los mineros artesanales, la Alcaldía municipal ha emprendido una ardua labor de mediación entre ambas partes para contribuir a la formalización minera que disminuya las tensiones sociales y posibles acciones militares en actuación a la protección de la propiedad privada otorgada al proyecto Gramalote, producto de estas labores en julio del 2018 el municipio logra formalizar los primeros 18 mineros bajo la modalidad de subcontrato minero (Revista Semana, 2018), que aunque es una cifra pequeña, es el primer proceso de negociación exitoso después de 14 años de presencia de la multinacional.

4.2. Introducción al Convenio de Minamata

Sobre esta última frase, precisamente, la presente investigación reconoce en el Pensamiento de Diseño la herramienta perfecta para construir la territorialización del cumplimiento del Convenio internacional de Minamata sobre mercurio en Colombia, específicamente en el municipio de San Roque, Antioquia.

Para introducir brevemente el reto sobre la implementación del Convenio de Minamata es importante reflexionar sobre la siguiente línea de tiempo que muestra solo los casos más conocidos sobre las intoxicaciones por mercurio en el mundo; rápidamente se puede observar que en 800 años de historia la humanidad ha sufrido varios eventos de envenenamiento y sin número de casos de temblores, demencia, pérdida dental y enfermedades en la piel causadas por el mercurio, no obstante las acciones desarrolladas para prevenir nuevas ocurrencias son una completa novedad.

1200
Perú²

Uso del mercurio en los rituales de enterramiento.

Utilizado para cubrir las tumbas con el objeto de causar envenenamiento de quienes la profanarán.

1521³
Bolivia

Uso del mercurio en la minería de oro mexicana y de plata boliviana. El manipulador de mercurio empezó a presentar temblores o perdían los dientes. Descritos como “casi inservibles, muy maltratados”

1812
Estados Unidos de América y Francia⁴

Uso del mercurio como medicamento para la constipación y los dolores dentales en infantes. Provoca la enfermedad de la piel rosada: caída de la piel, debilidad muscular, insomnio y apatía.

1849
Francia, Inglaterra y Estados Unidos de América⁵

Uso del mercurio para conservar y suavizar pieles en la elaboración de sombreros. Provoca la enfermedad del sombrero loco: pérdida de dientes, irritabilidad, y parálisis.

² (West, 1949)

³ Ibid.

⁴ (Echeverría, 1931)

⁵ (Freeman, 1860)

1956
Japón
(Minamata)⁶

Uso del mercurio en la producción de acetaldehído
El vertimiento de mercurio a la Bahía de Minamata contaminó los pescadores de la zona: degeneración sistema nervioso sensorial, parálisis y muerte.

1963
Guatemala⁷

Uso del mercurio como fungicida para tratar el trigo
Las víctimas fueron agricultores y sus familias, por el consumo de las semillas contaminadas. Al inicio se creía que era encefalitis.

1969
Pakistán⁸

Uso del mercurio como fungicida para tratar el trigo
Las víctimas fueron agricultores y sus familias, por el consumo de las semillas contaminadas. Al inicio se creía que era encefalitis.

1971
Irak⁹

Uso del mercurio como fungicida para tratar el trigo
Las víctimas fueron agricultores y sus familias, por el consumo de las semillas contaminadas. Al inicio se creía que era encefalitis.

1975
Canadá¹⁰

Uso del mercurio para la producción de cloro para blanquear papel
El vertimiento de sus residuos al río Wabigoon-English envenenó a las comunidades indígenas; diagnosticadas con temblores, desequilibrio, distrofia muscular y depresión.

HOY
El mundo¹¹

Los niveles de mercurio en el ambiente exponen a la humanidad a sufrir la contaminación por mercurio, especialmente a las poblaciones que dependen del consumo de peces y mariscos. Otros por exposición ocupacional

Como se observa, el nombre del Convenio es una noble pero cruda remembranza a la destrucción medio ambiental y humana de la población pescadora de la Bahía de Minamata, en Japón.

El Convenio, entonces, nace como una respuesta global a estos múltiples casos de envenenamiento, comprendiendo que por el nivel de las liberaciones a las aguas y suelos, y las emisiones a los aires de mercurio, existe una saturación tal, que ya no

⁶ (Business and Human Rights Resource Centre, 2014)

⁷ (Bakir, y otros, 1973)

⁸ Ibíd.

⁹ (Yorifuji, Tsuda, & Harada, 2013)

¹⁰ (Bruser, 2016)

¹¹ (UN Environment, 2019)

se habla de casos puntuales de contaminación sino que toda la población, así sea en una pequeña proporción, está contaminada por mercurio.

En este contexto, la contaminación en Colombia tiene una historia no solamente auro-minera, sino también de otras fuentes de exposición al mercurio como: la fabricación de cloro-álcali, de luminarias con vapor de mercurio, minería de mercurio y usos religiosos y medicinales.

El reto entonces, en términos muy simples (ampliados más adelante) no corresponde a la adaptación legislativa de este Convenio, sino de llevar a su fin toda práctica que pone en riesgo la salud humana y ambiental de contaminar con mercurio, incluso aquellas que tradicionalmente son consideradas seguras¹². Como menciona Antero-Arango & Ramirez-Hernandez (Antero-Arango & Ramirez-Hernández, 2014) las alternativas tecnológicamente viables para reemplazar tales actividades ya están dadas, no obstante los cambios de mentalidad, los esfuerzos industriales, el acceso a la información no manipulada, ni la priorización de la vida en países en vía de desarrollo que no tienen medios económicos para afrontar el deterioro de su población, aun no suceden.

4.2.1 El Convenio de Minamata sobre mercurio en Colombia

Conscientes de la necesidad de proteger la salud humana y el medio ambiente de las emisiones y liberaciones antropogénicas de mercurio y compuestos de mercurio, el 10 de octubre de 2013 Colombia inicio junto con 91 países el camino a la adhesión al Convenio de Minamata sobre Mercurio¹³ (Ministerio de Relaciones Exteriores de

¹² Solo por mencionar algunas, la amalgama o calza dental contiene 50% de mercurio en promedio y se completan 200 años de ser considerada una práctica segura (la amalgama dental se inició a utilizar en 1819). En marzo del 2018, el Ministerio de Salud y Protección Social en Colombia, emite los primeros Lineamientos de manejo seguro de las amalgamas para pacientes y profesionales de la salud, donde indica: Si bien las investigaciones frente a la exposición y efectos asociados a las obturaciones de amalgamas dentales en menores de seis años y mujeres embarazadas no presentan una conclusión sólida sobre las afectaciones a la salud, se insta a desincentivar el uso de la amalgama dental en estos pacientes (Tovar, 2018)

¹³ La Convención de Minamata sobre Mercurio es un tratado global para proteger la salud humana y el medio ambiente de los efectos negativos del mercurio **Fuente especificada no válida.**

Colombia, 2016), ratificando de esta manera los esfuerzos que el país ya venía adelantando desde el 2007 en las primeras negociaciones del Convenio, el trabajo realizado por el Ministerio de Relaciones Exteriores, el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (Min ambiente) con la aprobación de la Ley 1658 del 15 de julio 2013¹⁴, la creación del Plan Único Nacional de Mercurio – PUM en 2014, la creación e implementación del Registro Único de Mercurio –RUM, y de los Protocolos de Vigilancia en Salud Pública en 2016.

Así mismo, se han desarrollado y ejecutados múltiples proyectos y programas en alianza con Universidades, sector público, privado y no gubernamental, como por ejemplo:

- Programa Oro verde (2000-2014).
- Global Mercury Project COLOMBIA – GMP-II (2009-2011).
- Sello de Minería Justa [Fairmined] en Colombia: la Llanada, Íquira y Andes Sotomayor.
- Programa de posconsumo Lúmina, 2012.
- Programa de Minería Artesanal Oro Legal, USAID 2016.
- Transformación tecnológica Brinsa S.A. (Celdas de Mercurio) 2015-2017
- El Biocarbón y su aplicación en suelos contaminados 2016.

Cinco años después de iniciar el proceso de adhesión, el 11 de mayo del 2018, se ratifica el Convenio de Minamata mediante la Ley 1892 en Colombia, y se reconoce la acción interministerial para lograr las metas de reducción de mercurio en la MAAPE y la eliminación de productos y procesos a 2020 y 2023 [con excepciones que el país pudiera expresar.

¹⁴ Por medio de la cual se establecen disposiciones para la comercialización y el uso de mercurio en las diferentes actividades industriales del país y se fijan requisitos e incentivos para su reducción y eliminación.

Nota de ampliación. Tomado de la Ley 1892 de 2013.

El Convenio de Minamata consta de un preámbulo, 35 artículos y 5 anexos, disposiciones durante las cuales se fijan obligaciones en cabeza de los Estados, así como medidas flexibles a ser adoptadas por los Gobiernos, estableciendo entre otras cosas, disposiciones para reducir el suministro y el comercio de mercurio, reducir o eliminar progresivamente ciertos productos y procesos que usan esta sustancia, controlar las emisiones y liberaciones de mercurio. Así mismo, establece algunas acciones contempladas en el artículo 12 sobre sitios contaminados, aspectos relacionados con inspección, desarrollo y vigilancia establecido en el artículo 19, Planes de Aplicación en el artículo 20.

Cabe resaltar que el objetivo del Convenio de Minamata no se limita a lo ambiental, sino que incorpora expresamente en su artículo 16 el componente de salud humana.

En Colombia, la firma del Convenio de Minamata hace parte adicionalmente de los motores de cambio que el gobierno puso en marcha desde 2013 para adherirse a la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) y de esta manera adoptar buenas prácticas en diversos aspectos de gran relevancia para el desarrollo económico y social del país.

Es por tal que la firma y ratificación del Convenio presentó la voluntad y capacidad del gobierno colombiano para aplicar los instrumentos jurídicos sustantivos adoptados en el marco de la OCDE, en especial atendiendo las recomendaciones de adopción que señalaban que el país requiere identificar alternativas al uso de mercurio como una política para el crecimiento ecológico que asegure la protección de la vida humana y ambiental (OCDE, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2014).

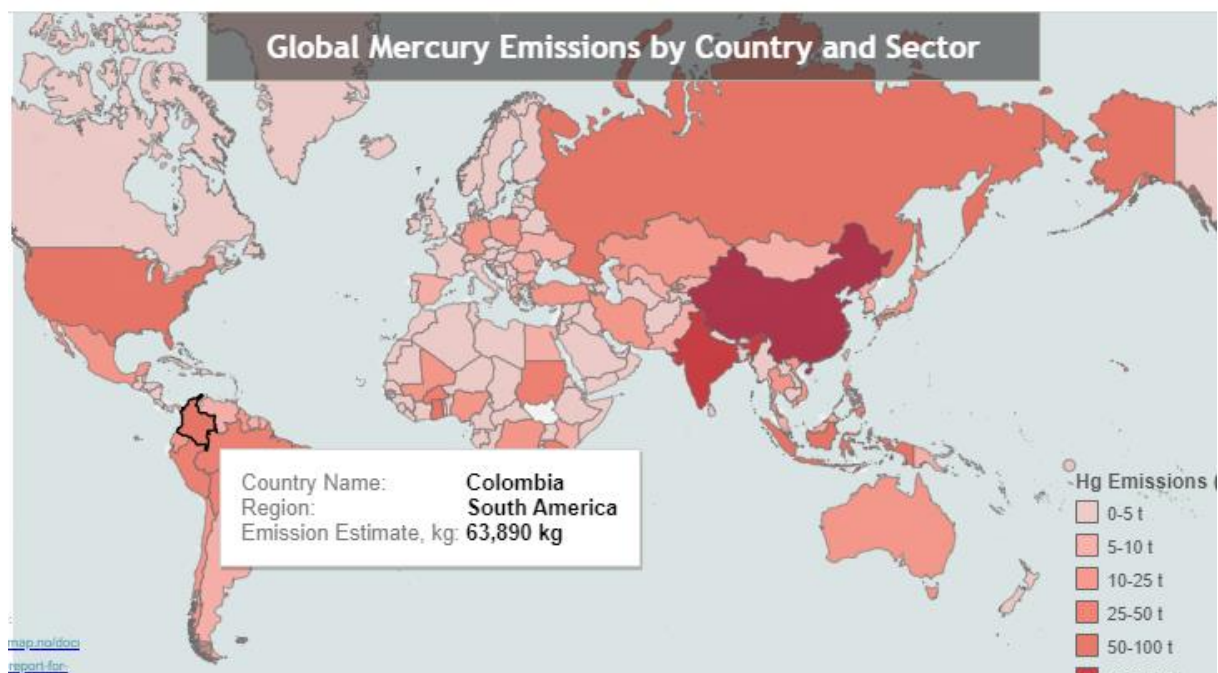
4.2.2 Cifras del mercurio en Colombia

Tres datos principales presentan la dimensión cuantitativa de la contaminación por mercurio generada en Colombia:

1. Colombia es el mayor emisor de mercurio al ambiente de américa con 63.890 kg en 2010 (Geovisualist, 2013). Ver Ilustración 4

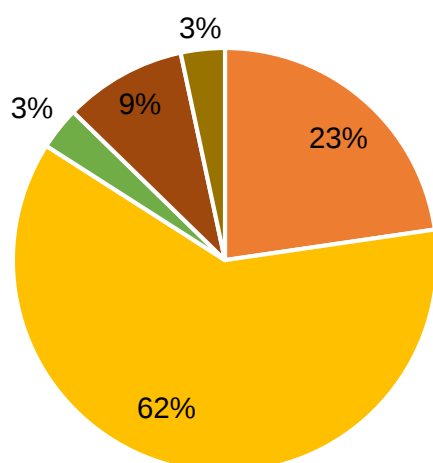
2. Tales emisiones son generadas principalmente por la producción primaria de metales: minería de oro artesanal. La matriz ambiental más afectada en el país es el agua (Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales, 2017). Ver **Ilustración 5** e **Ilustración 6**
3. Los modelos sugieren que aproximadamente el 70 % del mercurio depositado en el océano es reemitido a la atmósfera, pero también que este se queda en la parte superior del océano por 11 años. Es importante puntualizar que el contenido de mercurio en muchos animales marinos es 12 veces mayor que los niveles preindustriales; esto significa que cerca del 90% del mercurio en esos animales proviene de fuentes antropogénicas – generadas por el hombre (Herrera-Murillo & Rojas-Marín, Junio 2013).

Ilustración 4. Mapa de emisiones de mercurio por país



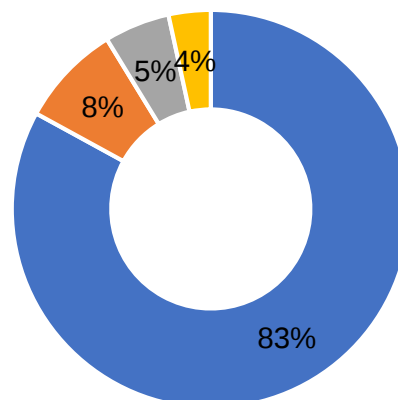
Fuente. Tomado de (Geovisualist, 2013).

Ilustración 5. Participación de las liberaciones según las matrices ambientales Colombia 2015



- Aire
- Agua
- Suelo
- Subproductos e impurezas
- Desechos en general

Ilustración 6. Liberaciones por categoría de fuente, Colombia 2015



- Producción primaria de metales
- Uso y disposición de productos con contenido de mercurio
- Producción de químicos
- Otros

Fuente. Elaboración propia a partir de los resultados del Inventario de emisiones y liberaciones antropogénicas de mercurio en Colombia (2017)

Así las cosas, no podemos olvidar que en Colombia se han reportado tan solo 666 casos de intoxicación por mercurio al Sistema de Vigilancia Epidemiológica (2007 – 2013). Y que en esto el Ministerio de Salud y Protección Social reconoce que la mayoría de los casos se deben a la mejora en los procedimientos de diagnóstico en el departamento de Antioquia, pero que aún se hace necesario mejorar tales capacidades en los demás departamentos especialmente donde ya se han identificado trazas de mercurio en el agua y el aire (Congreso de Colombia, 2018).

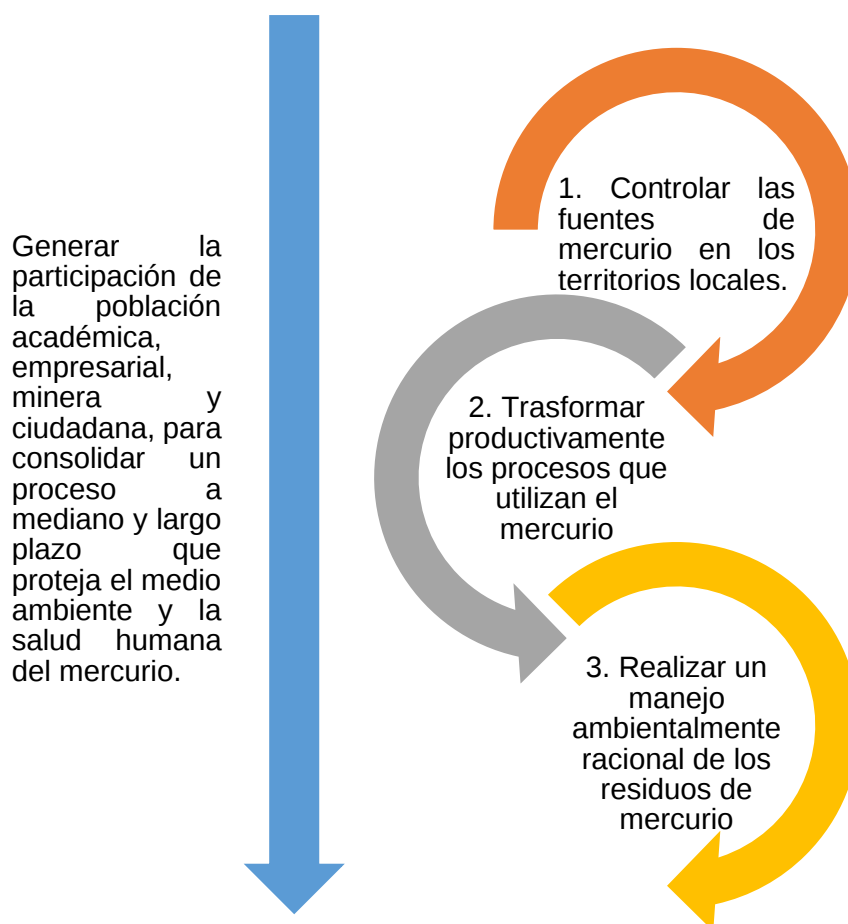
4.2.3 Los retos alrededor de la aplicación del convenio

Para comprender cuán grandes son los desafíos a los que se enfrenta el Convenio de Minamata, solo tenemos que escuchar las historias de los habitantes de Minamata. (...) Juntos podemos compartir sus historias y así hacer que se conozcan la verdadera naturaleza del mercurio y sus víctimas. Solo entonces las palabras de este Convenio tendrán la fuerza necesaria para generar acciones tangibles y proteger vidas inocentes. (Solheim, 2017)

4.2.3.1 ¿Qué dice el Convenio?

Para simplificar las directrices del Convenio de Minamata, se puede decir que se espera que cada país adherido al Convenio realice al menos 4 acciones:

Ilustración 7. Acciones base para la implementación del Convenio de Minamata



Fuente. Elaboración propia, análisis del Convenio de Minamata sobre mercurio.

Adicionalmente, el Convenio en su anexo C considera que estas acciones deben ser dirigidas a través de Planes Nacionales de Acción que involucren estrategias para:

- Promover la reducción de emisiones y liberaciones de mercurio, y la exposición a esa sustancia;
- Gestionar el comercio y prevenir el desvío de mercurio;
- Fortalecer el sistema de salud pública: generación de datos, capacitación de trabajadores de la salud y sensibilización a través de los centros de salud;
- Prevenir la exposición de las poblaciones vulnerables al mercurio;
- Proporcionar información a los mineros artesanales y las comunidades afectadas.

4.2.3.2 ¿Cómo va Colombia?

Entre el 2016 y el 2017 se realizó la *Evaluación de Brechas en la Implementación del Convenio de Minamata en Colombia* (ONUDI, CNPML & MINAMBIENTE, 2017), y sus hallazgos indican que existen barreras que dificultan la implementación del convenio que corresponden a:

- a) Desigual Formación territorial: En asuntos de capacitación y formación los Ministerios han sido los primeros en prepararse y recibir la formación necesaria para asumir la ratificación en el país (según manifiestan en la encuesta realizada bajo este proceso), sin embargo, las entidades territoriales como institutos de investigación, secretarías de ambiente – salud, y corporaciones territoriales manifiestan que tienen algunos vacíos en el entendimiento de la Convención y el accionar de la eliminación y reducción del uso de mercurio; y que para afrontar estas necesidades es indispensable articular las instituciones para recibir capacitación, actualización y formación en cuanto al contenido, retos y alcances del convenio.
- b) Baja rentabilidad nuevas tecnologías: Una de las medidas para hacer frente a la baja rentabilidad de los procesos alternativos al uso de mercurio, es alentar y ayudar a las comunidades a organizarse para producir y comercializar oro limpio en el mercado a un valor alto, un ejemplo de esto es el programa y sello Fairmined [minería justa] de la Asociación por la Minería Responsable - ARM que presta apoyo a las organizaciones de mineros que están tratando de reducir al mínimo el uso de mercurio y cianuro dentro de un plazo convenido,

mediante la aplicación de prácticas responsables y tecnologías capaces de mitigar los efectos sobre el medio ambiente y la salud humana.

- c) Inexistente línea base de productos: Un inventario de las necesidades (uso) y existencias (compras y disposición final) de productos con mercurio añadido, le permitiría al país: priorizar los desarrollos alternativos en productos que generen mayores liberaciones presentes y futuras, restricciones y planeación comercial en compras públicas, y pronosticar cantidades, procesos, y producto a disponerse ambientalmente racional.

4.2.3.3 Conclusión: análisis FODA de los retos para la implementación del Convenio

Teniendo en mente lo explicado con anterioridad, los aspectos que favorecen e inhiben la creación de estrategias en los municipios de Colombia para cumplir con las demandas del Convenio, son:

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
1. Existencia de un marco legislativo en Colombia 2. Presencia de proyectos de cooperación internacional para apoyar iniciativas mineras y de salud sobre mercurio 3. La actualización de la cuantificación de emisiones y liberaciones de mercurio, generales para el país 4. La inclusión de la eliminación del uso del mercurio como meta transformacional del Plan Nacional de Desarrollo actual	1. La experiencia de diferentes proyectos en la generación de alternativas tecnológicas en minería de oro 2. La construcción de estrategias basadas en las necesidades y concepciones de los usuarios. 3. La voluntad de las empresas privadas en apoyar los procesos de salud y educación en mercurio. 4. La incursión del ministerio de minas en minería artesanal con el desarrollo de plantas piloto 5. La inclusión del enfoque de género en asuntos de mercurio

DEBILIDADES	AMENAZAS DEL EXTERIOR
1. Desconocimiento de las realidades del mercurio por las autoridades locales 2. Inexistente plan de acción para trabajar de manera articulada municipios con gobernaciones. 3. Desconocimiento de los planes de trabajo de los ministerios de ambiente, minas y salud para los asuntos de mercurio en los municipios	1. Cambios en la legislación nacional que cambie el estado de la minería artesanal. 2. Cambio de las autoridades locales, y el inicio de las campañas electorales. 3. Acciones militares y paramilitares que se lleven en el territorio por el conflicto armado o minería ilegal. 4. Influencia de la visión política no minera de las regiones para resolver los asuntos de mercurio.

4.3. La gestión de intangibles

Para hablar de la gestión de intangibles autores como Ruiz-González (2015), Font-Grauperall, & Lazcano (2015), García de León (2013), Villacís-Mejía, Torres-Matovelle, Pons-García, & Tanda-García (2016), y Rubio (2016) recomiendan iniciar por el concepto de Economía del conocimiento como el marco de referencia sobre los intangibles.

Como se describe en la siguiente cita de Villacís-Mejía, Torres-Matovelle, Pons-García, & Tanda-García (2016), la economía del conocimiento es el estado moderno bajo el cual se concibe la riqueza de una organización y nación, en donde las materias primas y su transformación pasan a un segundo lugar y el conocimiento que agrega valor lidera el concepto de riqueza.

Se ha pasado entonces de una era en la que el principal recurso para generar valor o riqueza se daba a partir de la transformación de las **materias primas** en productos, mediante la **energía** aportada, en un primer momento, por el vapor y, luego, por la electricidad, a una en la que el **conocimiento** se ha convertido en un factor clave y distintivo que permite transformar insumos en bienes y servicios con un mayor **valor** agregado (Bell, 1976)

Sobre este asunto la CEPAL señala en el documento *América Latina y el Caribe en la transición hacia una sociedad del conocimiento* (2000) que en las Economías del Conocimiento la gestión de los intangibles relacionados con las Tecnologías de la Información y Comunicación TIC, asumen un rol protagónico en la aceleración o el estancamiento del crecimiento económico:

De hecho, la “brecha digital” entre los países industrializados y los países en desarrollo es aún más amplia que la brecha que los separa en términos de otros indicadores de productividad y bienestar económico y social, y lo mismo ocurre al interior de cada país entre sectores de altos y bajos ingresos. (CEPAL, 2000)

Así mismo, Sarmiento & Benavides (2017) indican que la inversión en los intangibles representa una ventaja entre los países y las organizaciones, que se puede representar a través de los siguientes hallazgos:

Intangibles en los Países

Las evaluaciones del Banco Mundial (2006) y la OCDE (2012) muestran que la riqueza de los países de bajo ingreso equivale al 2% de la de los de alto ingreso y que su composición es diferente. Mientras que la participación del capital físico es relativamente estable (entre el 16% y el 19%), la del capital intangible, que allí incluye el capital social, las instituciones y el capital humano, es mayor en los países de alto ingreso (80%) que en los de ingreso medio (68%) y bajo (59%), y que la participación del capital natural (recursos naturales) es mayor en los países de ingreso bajo (26%) que en los de ingreso medio y alto (13% y 2% respectivamente).

Intangibles en las Organizaciones

Según el Bureau of Economic Analysis, las firmas realizan entre un 50% y un 70% de la inversión en I+D. Cabe entonces preguntar: ¿por qué la sociedad y las firmas invierten en intangibles? La respuesta usual sería que, entre las alternativas de inversión la firma elige la que produce un rendimiento marginal mayor y, si invierte en capital intangible, la razón es que el aumento de su acervo produce un rendimiento mayor que el aumento del capital físico.

En este sentido, el motor del crecimiento económico ha venido transformándose por elementos no tangibles, sin que esto signifique que los tangibles como las materias primas y la capacidad de producción hayan dejado de existir, sino que la generación de bienestar social y económico son jalados por la revolución científico-tecnológica, la difusión de las tecnologías de la información y las comunicaciones, el desarrollo de ramas productivas y los logros científicos en general (Ruiz-González, Font-Grauperall, & Lazcano, 2015).

Así las cosas, el capital humano es el elemento que desarrolla y proporciona valor a la actividad social y de producción que realiza el hombre. Por esta razón, el conocimiento de los modelos, que permitan implementar la medición de estos activos intangibles e incorporarlos en los nuevos modelos de gestión en la economía contemporánea, resulta cada vez más una práctica necesaria (Ruiz-González, Font-Grauperall, & Lazcano, 2015).

4.3.1. La eliminación del uso del mercurio como un asunto de la gestión de intangibles

Un ejemplo de la gestión de intangibles para el desarrollo de los países es la declaración de los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS (Ilustración 8), que como lo describe el PNUD han sido diseñados para acelerar el progreso en los países más atrasados, e implican poner en marcha toda la creatividad, el conocimiento, la tecnología y los recursos financieros de la sociedad para alcanzarlos en cada contexto (PNUD, 2019); resalta además que para alcanzarlos se hace necesario desarrollar acciones más fuertes para comprender lo que sucede verdaderamente en los territorios y generar lazos de colaboración entre los gobiernos, el sector privado, la sociedad civil y los ciudadanos por igual.

Ilustración 8. Objetivos de Desarrollo Sostenible



Fuente. Tomado de UN Ambiente (2017)

Así, por ejemplo, la metas del ODS número 1: Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo, tiene un componente relevante en la gestión de intangibles. Entre las distintas manifestaciones de la pobreza figuran el hambre y la malnutrición, en las que no siempre se habla de escases de los alimentos sino de la inadecuada distribución y desperdicio de los que se producen actualmente:

Las pérdidas de alimentos en los países industrializados son tan altas como en los países en desarrollo, pero en los países en desarrollo más del 40% de las pérdidas de alimentos ocurren en los niveles de post cosecha y procesamiento, mientras que en los países industrializados, más del 40% de las pérdidas de alimentos ocurren en el comercio minorista y niveles de consumo. El desperdicio de alimentos a nivel del consumidor en los países industrializados (222 millones de toneladas) es casi tan alto como la producción neta total de alimentos en África subsahariana (230 millones de toneladas). (Gustavsson, Cederberg, Sonesson, Van-Otterdijk, & Meybeck, 2011)

¿Cómo reaccionar ante esta situación? En los países industrializados, las soluciones a nivel de productor e industria serían insignificantes si los consumidores continúan desperdiciando en los niveles actuales. Los hogares de consumidores deben estar

informados y cambiar el **comportamiento** que causa los altos niveles de desperdicio de alimentos.

Es decir que las mejoras que pueden requerir algunos países no industrializados como: las técnicas de cosecha, la educación de los agricultores, las instalaciones de almacenamiento y las cadenas de refrigeración, en los industrializados harán poca o nula diferencia, en tanto no ocurra un cambio en el consumo responsable de las personas. La información y el cambio de comportamiento son los elementos intangibles para resolver esta situación.

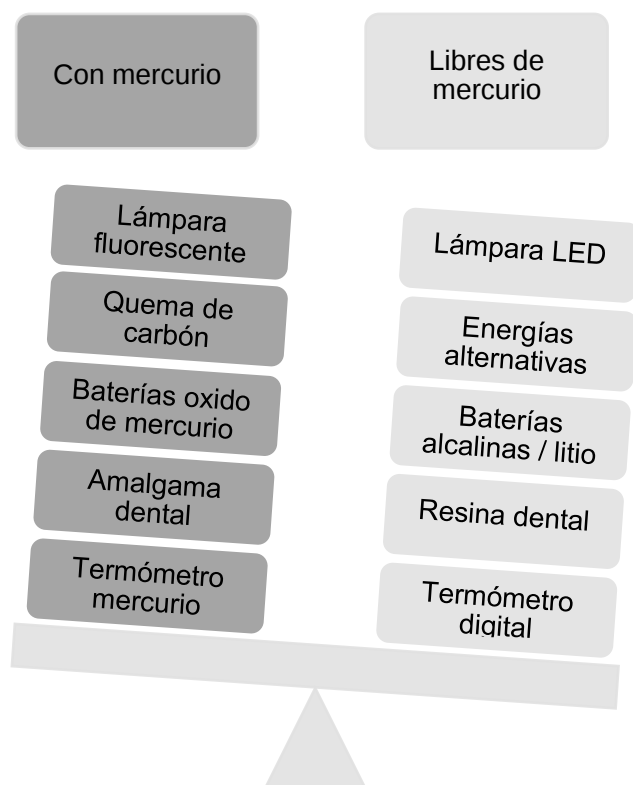
De igual forma, sucede cuando hablamos del mercurio: En términos del ODS 12: *Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles*, las naciones se comprometen a alcanzar en 2020: la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales convenidos, y a reducir significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente. A solo unos meses de esta meta, ya contamos con alternativas limpias para el 100% de los productos y procesos que utilizan mercurio, como se observa en la Ilustración 9. No obstante los niveles de emisiones de mercurio al medio ambiente han aumentado considerablemente desde el inicio de la era industrial (Troposfera, 2019).

¿Cómo reaccionar ante esta situación? Generando los cambios necesarios en los territorios para que decidan cambiar las prácticas tradicionales a estilos de vida más sostenibles:

- De termómetros de mercurio a termómetros digitales,
- De lámparas con vapor de mercurio a tipo led o de electrones,
- De amalgama dental a resinas cerámicas (incluso bastaría con una buena higiene oral),
- De minería de oro con mercurio a minería con cianuración, flotación, gravimetría y muchas otras técnicas,

- De generación de calor y energía con combustión de carbón a energías eólica / hídrica, de circuitos controlados de las emisiones en el carbón, y
- Muchas otras disponibles

Ilustración 9. Productos y procesos con uso y libres de mercurio



Fuente. Elaboración propia

Es por tanto, que la reducción y eliminación del uso del mercurio corresponde en su mayoría a la gestión de intangibles: la administración del capital humano para la gestión del cambio.

4.4.El pensamiento de diseño como metodología para la gestión de intangibles.

*Revelando un proceso invisible a los no diseñadores.
(Drew, 2019)*

El Pensamiento de diseño en términos de Best (2009) no tiene una definición consensuada entre diversos autores, sin embargo logra compilar algunas opiniones que expresan que es un despliegue efectivo de recursos, o la organización de procesos centrados en el usuario para la solución de problemas. Con estos términos coincide igualmente, Jeanne Liedtka (2018), que lo concibe como una estructura que crea un flujo natural desde la investigación hasta el despliegue de las soluciones; entendiendo entonces para la presente investigación que el pensamiento de diseño PD: es una metodología para la solución de problemas con la capacidad de incorporar la necesidades reales del usuario.

En la revisión teórica del Pensamiento de Diseño como metodología para la solución de problemas a utilizar en la presente investigación, se seleccionaron autores como Sanders & Jan (2012), Puccio (2014), Liedtka (2018), Dornberger, J. Suvelza, & Bernal (2012), Naiman (2019), Dubberly (2004), Brown (2008), Design Council (2007) y algunos otros, por sus trabajos realizados en la aplicación del PD en situaciones reales, con el objetivo de categorizar los fundamentos del PD y seleccionar el método más adecuado para validar su utilidad en la implementación del Convenio de Minamata en el Municipio de San Roque, Antioquia.

4.4.1 Fundamento 1: El Pensamiento de Diseño prioriza la participación del involucrado.

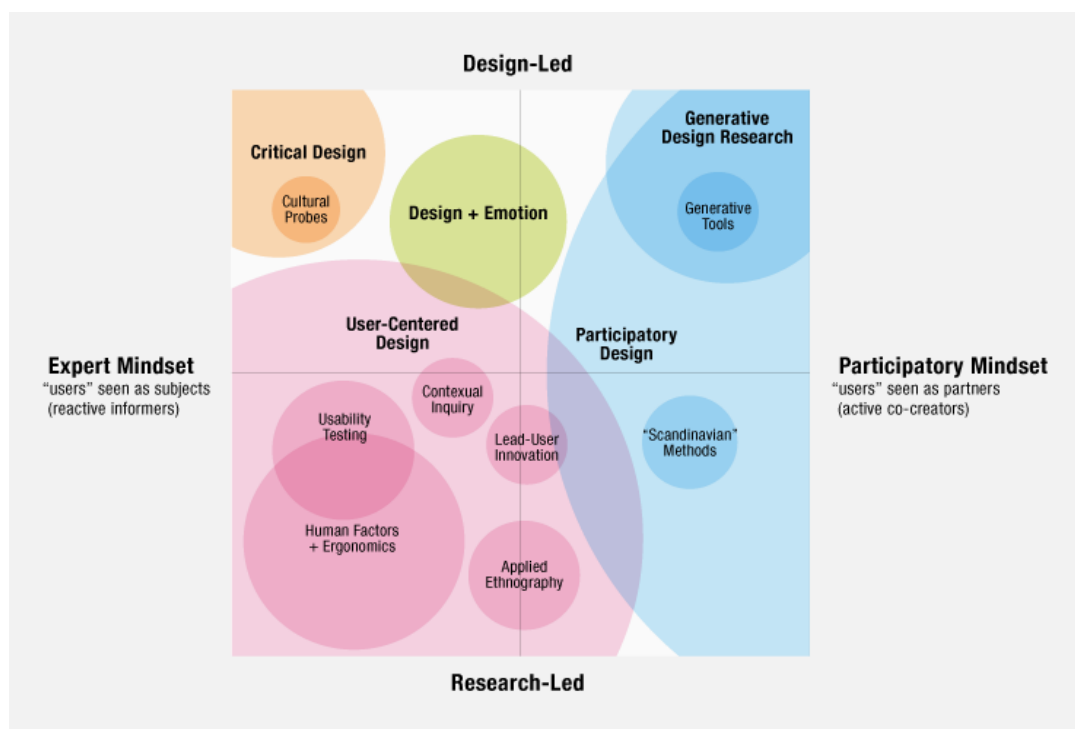
La gestión de intangibles de Sanders & Jan (2012) explica que los intangibles son muchas veces la clave de para solucionar situaciones complejas, entendiendo que el pensamiento de diseño permite la generación de respuestas colectiva a los problemas que no pueden ser abordadas por individuos por sí solos; con esto explican que la tradicional intervención del hombre sobre el desarrollo, se puede definir como herramienta, y que tales herramientas podrían cumplir una mejor labor si cada

persona que las utiliza ha tenido la oportunidad de incluir su perspectiva; añaden que a diferencia de estas herramientas que denominaron *Conviviales* existen las herramientas industriales que niegan la posibilidad de gestación a quienes las usan y permite a sus diseñadores determinar el significado y las expectativas de los demás.

Esto significa, que los procesos de investigación desde la perspectiva del PD priorizan la generación de herramientas con enfoque participativo; su objetivo es empoderar a las personas en la generación y promoción de alternativas a una situación.

Comparando esta premisa con el comportamiento de la investigación tradicional, el experto cede la creación individual de la herramienta a la creación conjunta de esta, entendida como co-creación. A continuación, la representación gráfica de Sanders & Jan (2012) que clasifica las herramientas de investigación lideradas por el diseño y por la investigación tradicional.

Ilustración 10. El paisaje emergente de los enfoques y métodos de investigación de diseño.



Fuente. (Sanders & Jan, 2012)

En apoyo a esta posición, el profesor Gerard Puccio (2014) indica que uno de los principios del PD es la comprensión del usuario; conocerlo realmente, sus comportamientos y necesidades, profundizando en las necesidades no visibles, es el

fundamento de las soluciones del diseño. Sobre las necesidades no visibles, Jeanne Liedtka (2018) puntualiza que el PD abre las posibilidades a la exploración de la experiencia del usuario haciendo a un lado los propios prejuicios del diseñador, y ejemplifica que así como el diseño para personas con autismo tiene una limitante sobre la expresión clara de las necesidades del sujeto y obliga al diseñador a entrar en un proceso de inmersión para generar soluciones exitosas, así mismo deberían ser considerados todos los procesos de solución de problemas.

4.4.2 Fundamento 2: El Pensamiento de Diseño es iterativo

Comprendiendo la condición dinámica de las situaciones problemáticas, el PD hace de las iteraciones un componente natural del proceso creativo, permitiendo la creación de prototipos y la realización de pruebas como parte del inicio de la definición de problemática real. Dornberger, J. Suvelza, & Bernal (2012) mencionan que una adecuada definición de la etapa inicial o front-end dispondrá ideas correctas, en el lugar correcto y en el momento correcto.

Sanders & Jan (2012), ilustran a continuación el proceso iterativo del front-end, como una etapa que antecede al diseño tradicional.

Ilustración 11. Estructura del diseño actual, considerando una parte de ella como diseño tradicional.



Fuente. (Sanders & Jan, 2012)

Como se presenta en la experimentación realizada por la consultora en innovación MJV Tecnologia e Inovação, después de generar algunas formas de solución, éstas deben ser probadas en un entorno real, simulando lo más exhaustivamente posible el contexto en el que el producto / servicio / sistema debería ser introducido.

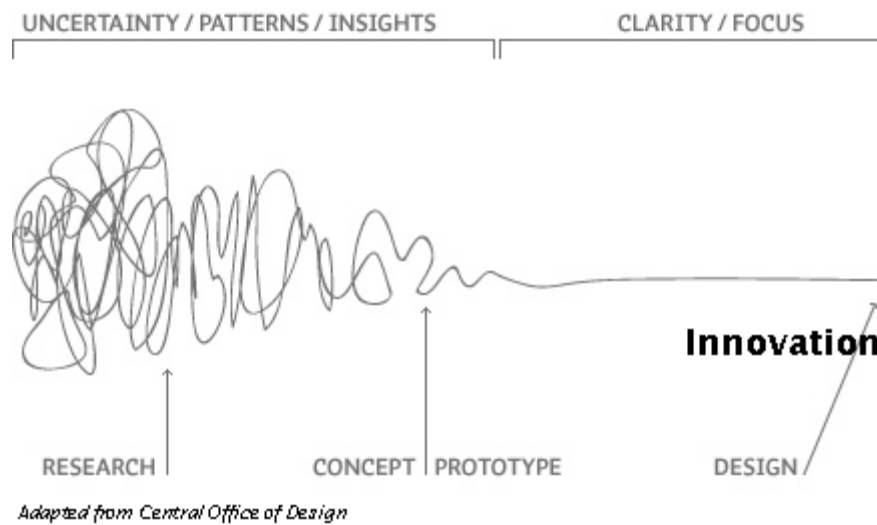
Una vez que se probaron estas ideas, lo que aprendimos de ellas se incorpora para que, en otro ciclo de creación de prototipos, se propongan nuevas soluciones, reduciendo los riesgos para su implementación (Vianna, Vianna, Adler, Lucena, & Russo, 2011).

Este proceso de fuzzy front-end, es definido por el profesor Gerard Puccio (2014) como la habilidad del PD para refinar las ideas; el principio del proceso de pensamiento de diseño es la reformulación: dar un paso atrás y ver la situación de manera diferente; en muchos casos la misma situación problemática es redefinida.

Finalmente, sobre este asunto la autora Kathryn Best (2009) expone que los procesos de diseño no son lineales sino que permiten la existencia de bucles internos dados por las iteraciones que permite cada fase del proceso, tal como se observa en la Ilustración 11. Podríamos también observar, que en términos de PD la misma ilustración es adaptada por Linda Naiman en su publicación web: *Finding Creative Clarity Out of Chaos* (2019) en donde la etapa de fuzzy front-end es definida como una etapa de caos e incertidumbre, pero también de hallazgos e investigación. Sobre esto Naiman menciona:

Creo que el caos creativo es el mayor temor que tienen los gerentes sobre la creatividad. Cada vez que llegamos a la etapa desordenada del proceso creativo, los gerentes que tienden a ser lineales y analíticos quieren huir, o al menos saltar a la solución de inmediato. Desafortunadamente, esta no es la mejor manera de generar soluciones creativas porque no ha investigado el caos (y la ambigüedad) con suficiente profundidad para descubrir patrones y conocimientos que conducen a la claridad. (Naiman, 2019)

Ilustración 12. El caos en el pensamiento de diseño



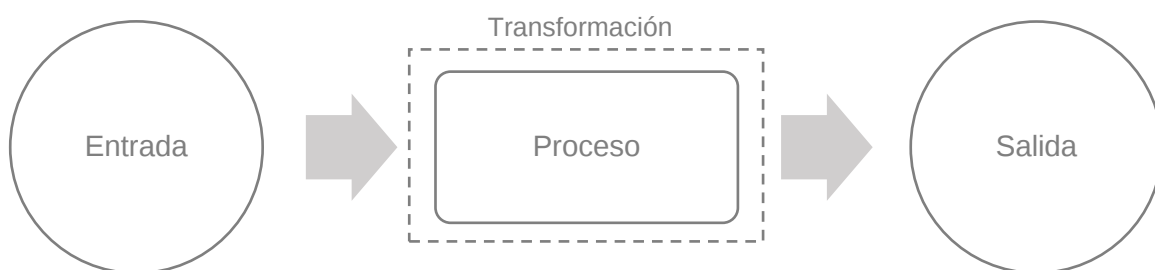
Fuente. (Naiman, 2019)

4.4.3 Fundamento 3: El Pensamiento de Diseño es metodológico

Sobre esta premisa debemos considerar dos aspectos:

- La solución de una situación problemática requiere de un proceso o transformación. Su arquetipo esta dado por una entrada, un proceso y una salida, como lo describe Dubberly (2004) éstos tres elementos continúan siendo en esencia el funcionamiento de un sistema.

Ilustración 13. Arquetipo de un proceso



Fuente. Elaboración propia.

- El mito del genio creativo es fuerte: creemos que las grandes ideas salen totalmente formadas de mentes brillantes, en proezas de imaginación muy por

encima de las aptitudes de los simples mortales (Brown T. , 2008). Sin embargo, la definición de un sistema de pasos ordenados puede establecer un proceso creativo e innovador, muy alejado de la creencia de la sobrenaturalidad de la creatividad.

Esto define entonces al PD como un proceso estructurado para la solución de problemas, que como vimos anteriormente no es lineal, sino iterativo, de manera que abre fácilmente un espacio para la generación de ideas creativas. Ideas que no surgen de manera sorpresiva sino planeada.

Sobre este asunto, el Design Council (2007) expresa que esencialmente, el PD rompe el proceso de diseño en etapas clave, aumentando el flujo de la creatividad: veamos a continuación las etapas claves según la definición de PD para algunos autores.¹⁵

Como se observa en la recopilación gráfica de los modelos por autor, el PD pasa de una definición compleja a unas más simplificada a través de los años.

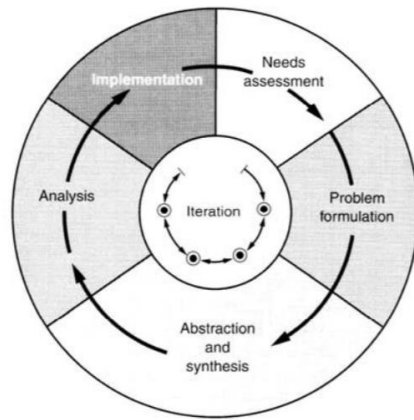
Tabla 1. Etapas clave del Pensamiento de Diseño según seis autores diferentes

Año	Autor/a/es	Etapas clave del PD
1991	Total Design Stuart Pugh (Design Council, 2007)	Evaluación de las necesidades Formulación del problema Abstracción y síntesis Análisis Implementación Nota. Las iteraciones para Pugh deben suceder en 4 momentos: formulación del problema, abstracción, síntesis y análisis.

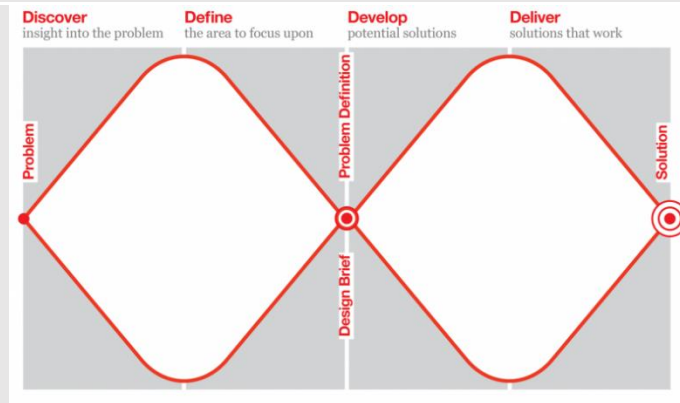
¹⁵ Nota. En esto es importante anotar que existe diversidad de metodologías en el PD, y como se observa en la *Tabla 1*, varios autores han interpretado las actividades claves para llevar a cabo un proceso de pensamiento de diseño: no obstante coinciden en la necesidad de esbozar una metodología (el PD no es producto de un “chispazo” creativo), iterar las ideas antes de proponer una solución, e impulsar el proceso de innovación por el usuario (user driven innovation).

1994	Expertise model of the product design process (Krugera & Cross, 2006)	Reunir datos Evaluar el valor y la validez de los datos. Identificar restricciones y requisitos. Modelo de comportamiento y entorno Definir problemas y posibilidades. Generar soluciones parciales. Evaluar soluciones Ensamble una solución coherente
2002	Doble Diamante (Design Council, 2007)	Descubrir Definir Desarrollar Entregar
2009	Stanford Design thinking model (Tu, Liu, & Wu, 2018)	Empatizar Definir Idear Prototipar Testear
2011	MJV Tecnologia e Inovação (Vianna, Vianna, Adler, Lucena, & Russo, 2011)	Inmersión (análisis y síntesis) Ideación Prototipado
2019	Creativity at work (Naiman, 2019)	Descubrir (Re) enmarcar la oportunidad Encubar Idear / iluminar Evaluar / refinar las ideas Prototipar / testear las ideas Entregar Iterar y escalar

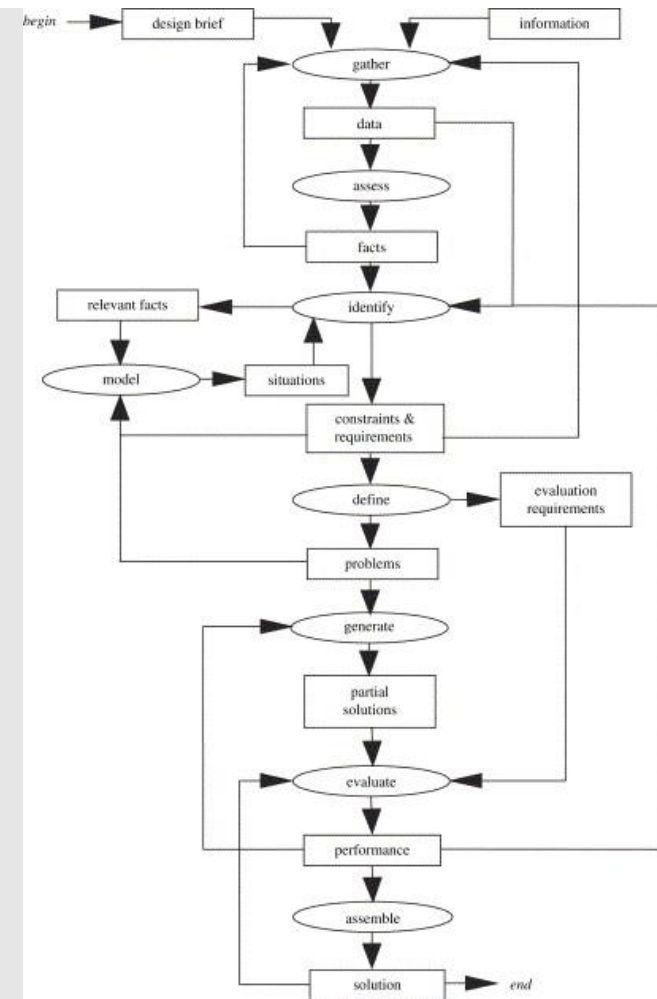
Fuente. Compilación propia.



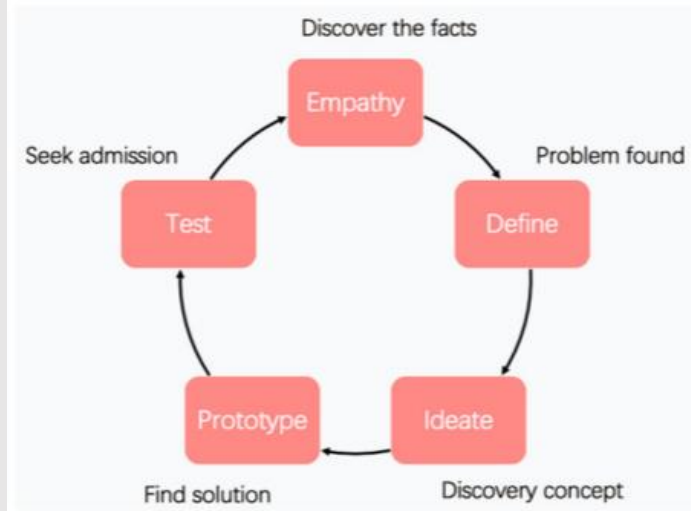
Total Design
Stuart Pugh
(Design Council, 2007)



Doble Diamante
(Design Council, 2007)



Expertise model of the product design process
(Kruger & Cross, 2006)



Stanford Design thinking model
(Tu, Liu, & Wu, 2018)

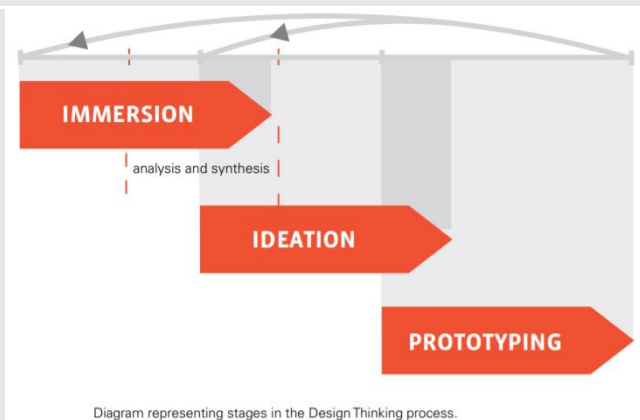
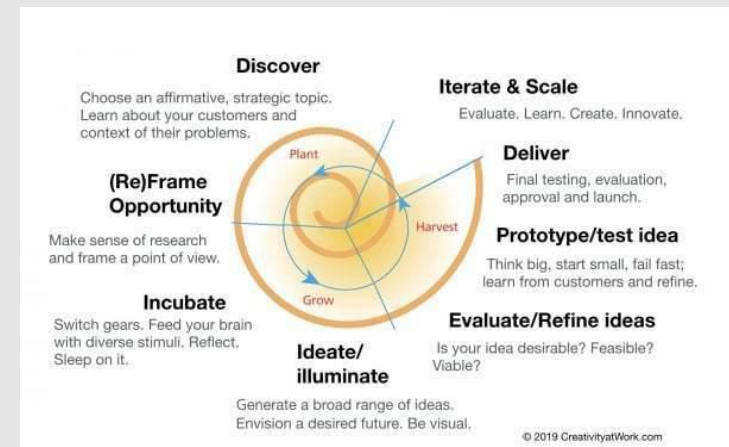


Diagram representing stages in the Design Thinking process.

MJV Tecnologia e Inovação
(Vianna, Vianna, Adler, Lucena, & Russo, 2011)



Creativity at work
(Naiman, 2019)

En un breve ejercicio realizado por el experto alemán en experiencia de usuario UX Design: Gerd Waloszek (2012) las etapas del PD, sin importar sus autores, coinciden con las siguientes:

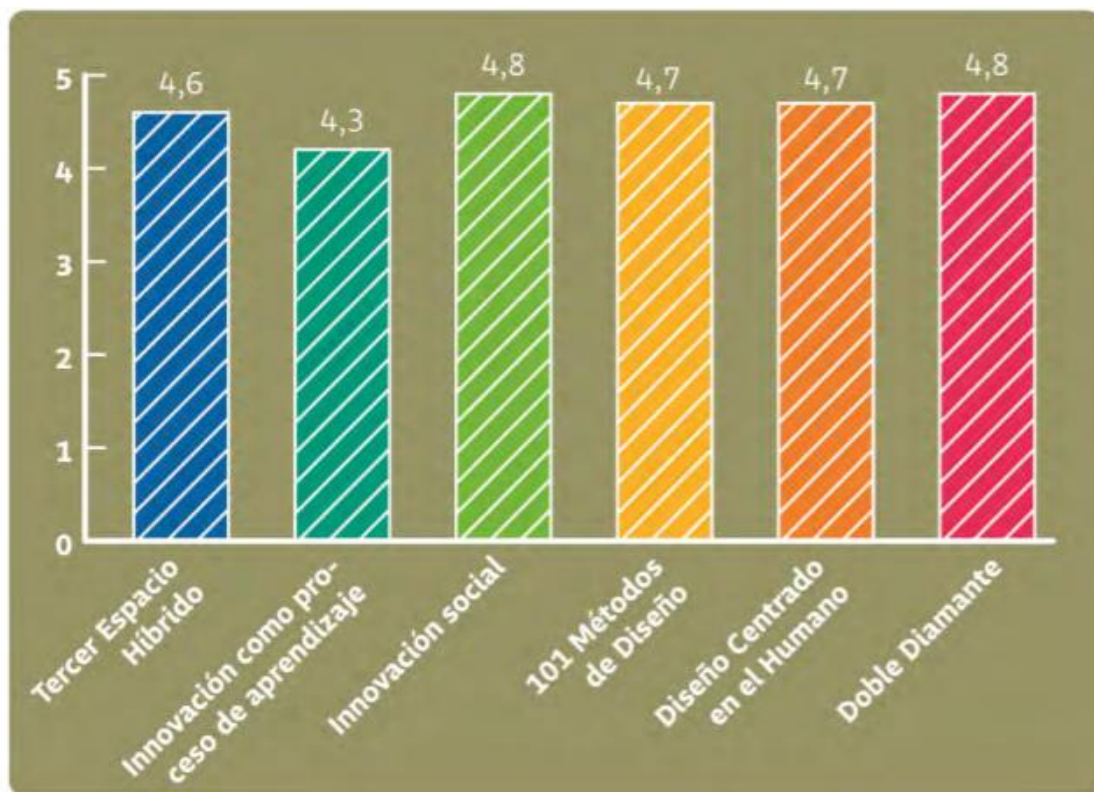
- ✓ Comprenda el problema: obtenga una comprensión inicial del problema
- ✓ Observar a los usuarios: observar a los usuarios, visitarlos en su entorno (laboral), observar espacios y lugares físicos
- ✓ Interpreta los resultados: interpreta los hallazgos empíricos
- ✓ Generar ideas (Idear): participar en sesiones de lluvia de ideas para generar tantas ideas como sea posible (ampliar el espacio de la solución)
- ✓ Prototipo, experimento: construya prototipos y compártalos con otras personas (reduzca nuevamente el espacio de la solución, fase experimental)
- ✓ Pruebe, implemente, mejore: pruebe, implemente y refine el diseño (reduzca el espacio de la solución nuevamente; fase impulsada por la solución)

Finalmente, como lo explica Hugh Dubberly en su libro *How do you design?* (2004), todos diseñamos y con esto, los métodos de diseño de la ingeniería, administración, arquitectura y otras ciencias, podrán generar tantos modelos de PD como ideas puedan existir; en este libro Dubberly logra compilar 100 diferentes métodos que describen el PD.

4.5. Selección del método del pensamiento de diseño para la investigación.

Añadiendo otra perspectiva a los métodos anteriormente presentados, y con el objetivo de identificar el modelo de PD utilizado en la presente investigación se tomó como referencia la evaluación realizada por Jimenez-Ibáñez (2017) en la cual valora las dimensiones de innovación, comprensión del usuario, aportes tecnológicos y el enfoque a la comprensión del mercado/entorno/stakeholders, de seis modelos de PD; a cerca de los cuales el autor encuentra el siguiente resultado:

Ilustración 14. Análisis comparativo modelos del pensamiento de diseño



Fuente. Tomado de (Jimenez-Ibáñez, 2017)

Si bien es cierto que los resultados se encuentran muy cercanos unos de otros, los modelos de innovación social y del doble diamante son superiores a los demás: la dimensión que prevalece en estos modelos es la de comprensión del mercado/entorno/stakeholders.

Para dirimir la selección entre ambos modelos es importante tener en cuenta dos realidades del municipio de San Roque en donde aplica el objeto de la presente investigación: no existe un diagnóstico ni definición del problema a solucionar, ni existe un sistema municipal definido para el manejo del mercurio.

Sobre este asunto Jimenez-Ibáñez (2017) expresa:

El Doble Diamante es uno de los modelos de diseño más interesantes que se han desarrollado en el marco del *Design Thinking* por la forma en la que aborda el problema a solucionar. Otros modelos (...) inician por la definición del problema y continúan con la fase de investigación, el doble diamante empieza por una situación que no necesariamente es un problema (...) se trata de una

juiciosa tarea [para] definir el problema o la oportunidad con la que se va a trabajar. (Jimenez-Ibáñez, 2017)

Es por tanto que para facilitar el proceso de identificación del problema, y los sistemas territoriales que sostendrán la ruta de implementación en el municipio, la presente investigación se llevó a cabo bajo los parámetros del modelo del Doble Diamante del Design Council.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

El proceso investigativo utilizado es de tipo experimental; como se observará, las técnicas de recolección diseñadas fueron aplicadas en el municipio de San Roque y a partir de los hallazgos se determinó la Ruta de implementación del Convenio de Minamata para el municipio.

El procedimiento determinado para la investigación siguió las fases del doble diamante, que adiciona otras herramientas de investigación en campo que se describen en cada fase.

5.1. Tipología de la investigación

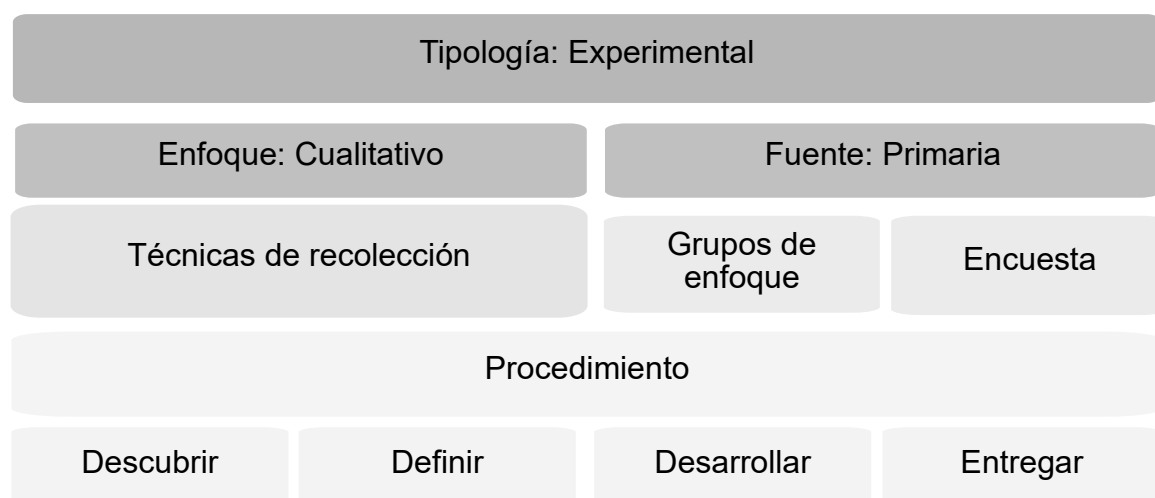
Retomando el marco teórico presentado y los tres fundamentos del Pensamiento de Diseño:

- El PD prioriza la participación del involucrado.
- El PD es iterativo
- El PD es metodológico

Esta investigación comprende la relevancia de la participación directa de la autora sobre la población del municipio de San Roque involucrada en el cumplimiento del Convenio de Minamata, y que para la comprobación del modelo del Doble Diamante sobre la identificación de una ruta para implementar el Convenio en el territorio, se hace necesario aplicar una metodología de investigación de **Tipo Experimental**, de **Fuente primaria**:

La investigación experimental se caracteriza porque en ella el investigador actúa conscientemente sobre el objeto de estudio, en tanto que los objetivos de estos estudios son precisamente conocer los efectos de los actos producidos por el propio investigador como mecanismo o técnica para probar sus hipótesis. (Bernal, 2010).

Ilustración 15. Esquema del diseño metodológico



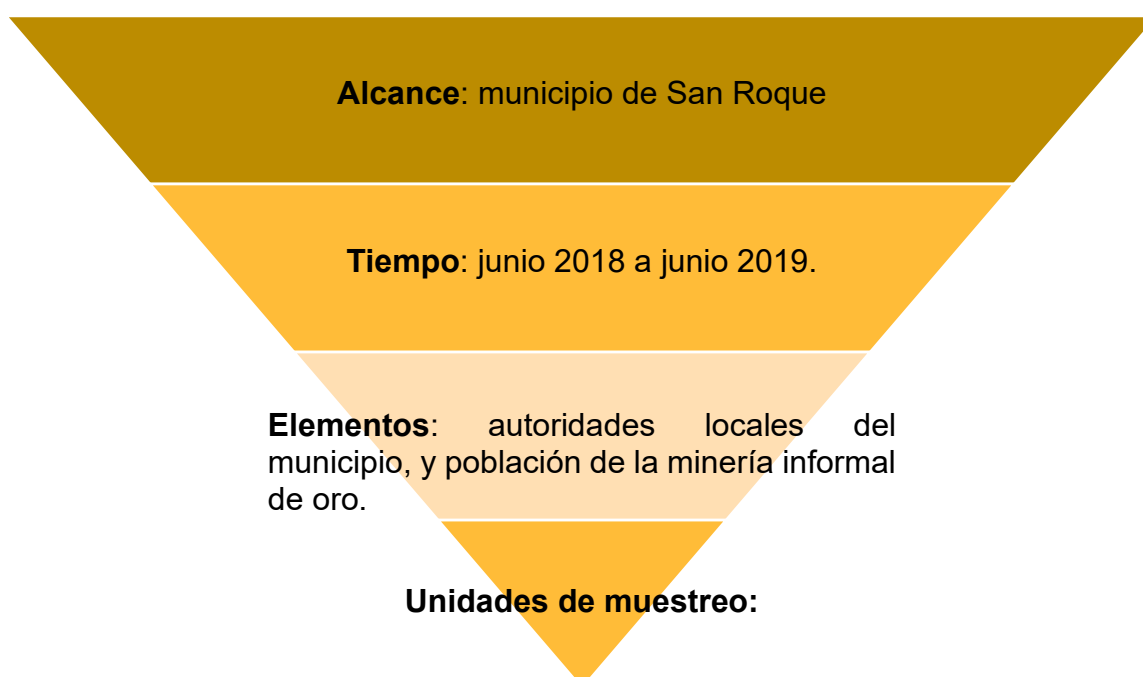
Fuente. Elaboración propia

5.2. Población y muestra de estudio

Ahora bien, continuando con las orientaciones sobre el diseño metodológico de Cesar Bernal (2010), se define a continuación la **Población** objeto de estudio.

Según Jany (1994), población es “la totalidad de elementos o individuos que tienen ciertas características similares y sobre las cuales se desea hacer inferencia” (p. 48). Citado por Cesar Bernal (2010) p.76.

Ilustración 16. Descripción grafica de la selección de la Población objeto de estudio.

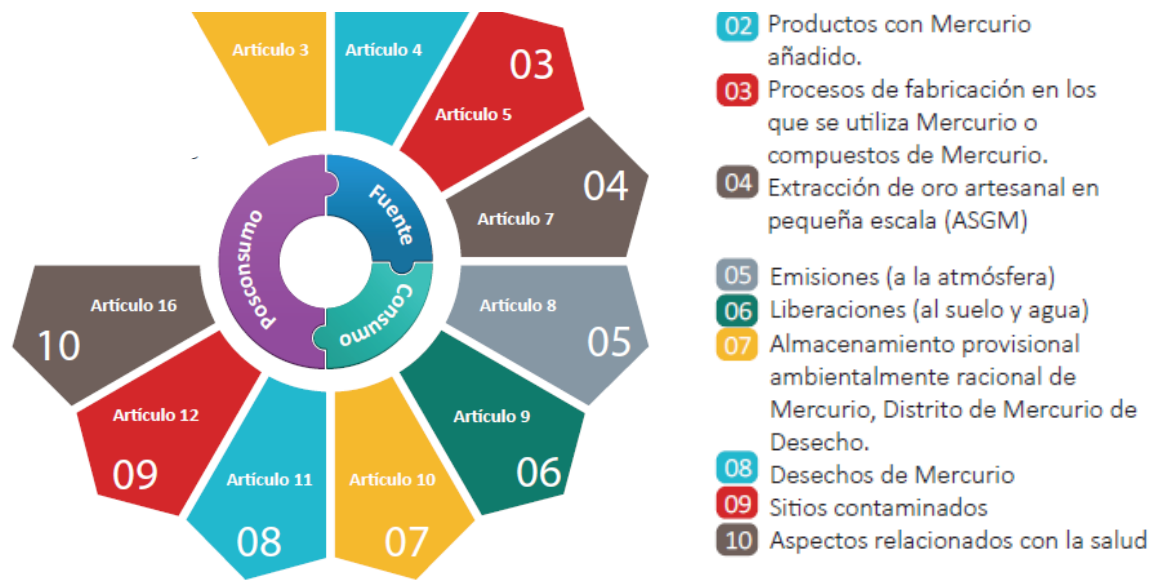


Secretarías de recursos naturales, desarrollo comunitario, salud, educación y gobierno. Unidades descentralizadas como: hospital municipal, bomberos y policía. Mineros y mujeres mineras validados por el municipio (que pertenecen al territorio como población estable y no flotante).

Fuente. Elaboración propia

La definición de este grupo de actores considera dos elementos: a) la autoridad como administradora del cumplimiento de los derechos humanos en un territorio b) el ciclo de vida del mercurio, que tiene en cada etapa sus representaciones en la autoridad y la sociedad civil; la representación de esto es:

Ilustración 17. Ciclo de vida del mercurio y los actores locales involucrados



Artículo	Actor
3	Sec Recursos Naturales
4	Sec Recursos Naturales y Salud
5	No aplica en el territorio
7	Sec Recursos Naturales y Gobierno Bomberos y policía
8	Sec Recursos Naturales
9	Sec Recursos Naturales
10	Sec Recursos Naturales, Salud y Gobierno Bomberos y policía
11	Sec Recursos Naturales Empresa servicios públicos
12	Sec Recursos Naturales
16	Sec Salud Hospital municipal

Fuente. Gráfico superior en Colombia (ONUDI, CNPML & MINAMBIENTE, 2017).
Tabla inferior elaboración propia.

5.3. Técnicas de recolección propias de las metodologías de investigación científica

Sobre las técnicas de recolección expuestas por Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio (2014), se utilizaron las siguientes:

5.3.1 Análisis de documentos

La revisión bibliográfica que compone el actual marco teórico fue consolidada a través de la técnica de recolección de datos denominada Análisis de documentos: tal como lo describe Cesar Bernal (2010) esta técnica comúnmente se utiliza para la elaboración del marco teórico, no obstante es útil para complementar y contrastar los datos de la investigación.

La presente técnica se encuentra relacionada con el primer objetivo de investigación: Identificar herramientas del pensamiento de diseño que permitan trazar una ruta para la implementación del convenio de Minamata.

5.3.2 Grupo de enfoque

En esta técnica de recolección de datos, la unidad de análisis es el grupo (lo que expresa y construye) y tiene su origen en las dinámicas grupales. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

Esta técnica se encuentra relacionada con el segundo objetivo de investigación: Aplicar la metodología del doble diamante para determinar la ruta de implementación del convenio de Minamata para el municipio de San Roque.

Tabla 2. Esquema de grupo de enfoque

Título de la actividad	Dinámica grupal: taller sobre las responsabilidades y priorización de actividades municipio de San Roque frente al Convenio de Minamata	
Materiales requeridos	Vídeos de sensibilización y acompañamiento Marcadores Papel periódico Fichas para armar (similar al lego) Computador Video Beam Sonido	
Hora de inicio / duración	11:45 – 16:00	
Actores involucrados	Secretarías de recursos naturales, desarrollo comunitario, salud, educación y gobierno. Unidades descentralizadas como: hospital municipal, bomberos y policía	
Objetivos de la sesión	1. Los participantes comprenden términos básicos sobre el mercurio y su interacción con el cuerpo humano y medio ambiente. 2. Los participantes reflexionan sobre la importancia de la eliminación del uso de mercurio en Colombia. 3. Los participantes identifican las generalidades del Convenio de Minamata y su relación con la Ley 1658 de 2013 que enmarcan la eliminación del mercurio. 4. Los participantes identifican las responsabilidades de sus entidades en la eliminación del mercurio.	
Facilitador Líder		Melissa Correa
Hora	Tema	Enfoque o Método
11:45 – 12:30	1.1 Terminología básica sobre el mercurio y su interacción con el cuerpo humano y medio ambiente	Vídeos de apoyo, casos de estudio, e información tipo cátedra.
12:30 – 13:00	1.2 Revisión del Convenio de Minamata.	Uso de la herramienta metodológica <i>Lego Serious Play</i> (una adaptación de este) 1. Introducir la técnica y el asunto a estudiar. 2. Dividir los participantes en grupos 3. Asignar a cada grupo un tema (artículo del convenio de Minamata) 4. Proporcionar materiales y recursos necesarios para todos que todos los individuos aprendan sobre sus temas y se conviertan en “expertos”. (Fichas de armado, marcadores y papel) 4. Proporcionar preguntas clave para ayudar a que los individuos puedan recaudar

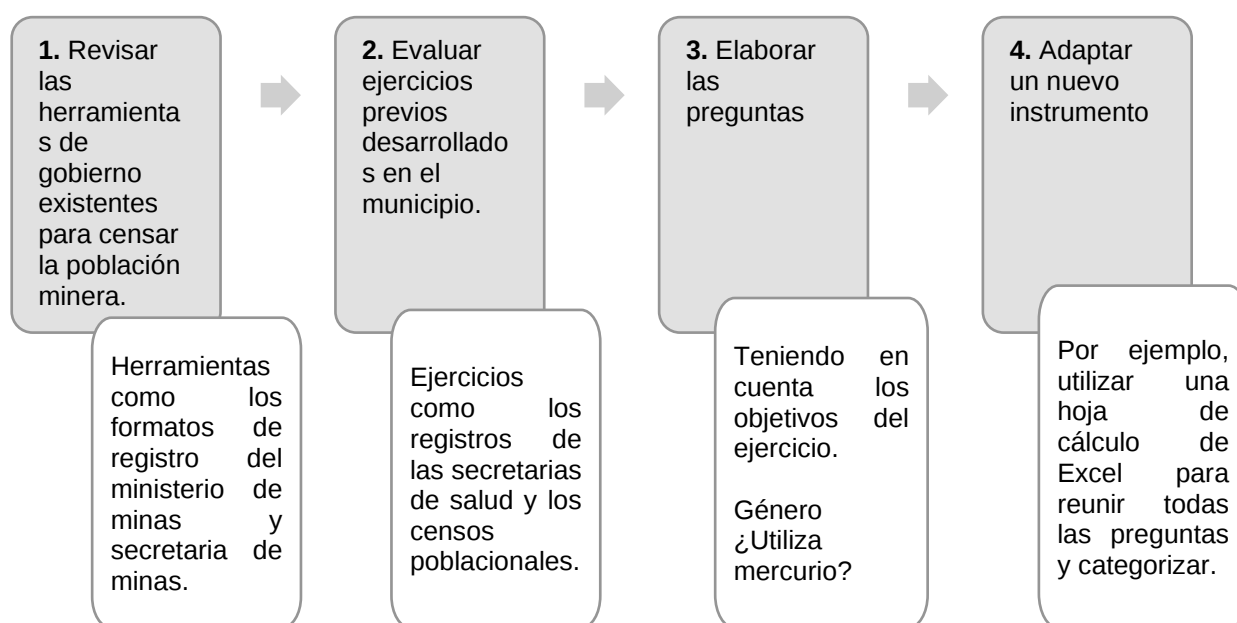
		información sobre su área particular. (¿qué significa su artículo?, represéntelo en una figura) 5. Elaborar un cuadro resumen o un organizador gráfico para cada tema como guía para organizar el reporte de información de los individuos. (Escriba tres puntos clave del artículo)
13:00 – 14:00	Receso	
14:00 – 16:00	1.3 Responsabilidades y priorización de actividades municipio de San Roque.	1. Organizar cuatro grupos de trabajo. 2. Definir cuatro pilares de soporte de la estrategia de la eliminación del uso de mercurio, por ejemplo: educación, gestión interna, minería, incautación y disposición final. 3. Realizar una lluvia de ideas dirigida por grupo para identificar las responsabilidades y actores por pilar 4. Definir objetivos por grupo de responsabilidades. 5. Elaborar un cuadro resumen o un organizador gráfico para cada tema como guía para organizar el reporte de información de los individuos.

5.3.3 Encuesta o cuestionario mixto, por entrevista personal

Como afirman los autores Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio (2014), En fenómenos sociales, tal vez el instrumento más utilizado para recolectar los datos es el cuestionario; para la presente investigación, la *encuesta* se convierte en un instrumento relevante, dado que los hallazgos del primer grupo de enfoque realizado con la autoridad demostraron el absoluto desconocimiento de las características de su población minera, los cuales en términos del Convenio de Minamata debe ser esclarecido para trazar una ruta de acción en el municipio.

Para la elaboración de la ficha se identificaron los principales objetivos para la caracterización minera y posteriormente se realizó el siguiente procedimiento:

Ilustración 18. Proceso para definir el contenido de la ficha de caracterización minera



Fuente. Elaboración colectiva con autoridad municipal

Así mismo, se elaboraron los protocolos de recolección de datos: a la hora de realizar la programación, durante la realización de las encuestas, al finalizar la realización de las encuestas, y a la hora de tabular.

Esta técnica se encuentra relacionada con el segundo objetivo de investigación: Aplicar las herramientas del doble diamante para determinar la ruta de implementación del convenio de Minamata para el municipio de San Roque.

Ilustración 19. Formulario para recolección de datos mineros San Roque

		CENSO MINERO ACTUALIZACIÓN DE LA POBLACIÓN MINERA DEL MUNICIPIO DE SAN ROQUE 2018				
LUGAR DE LA ENTREVISTA	CORREGIMIENTO		VEREDA		NOMBRE DEL LUGAR DE ENTREVISTA	
FECHA - HORA	DIA		MES		AÑO	
I. DATOS BÁSICOS PERSONALES						
Nombres				Apellidos		
Tipo de Identificación		Número ID		Lugar Expedición		
Nacionalidad						
Fecha de nacimiento	DIA		MES		AÑO	
Lugar de Nacimiento	Municipio			Departamento		
Teléfono de contacto	Correo electrónico:					
Género	F		M		Otro	
Lugar dónde vive	Municipio		Corregimiento		Vereda	
Edad						
¿Ha estado enfermo/a en el último mes?	SI		NO		¿De qué?	
¿Tiene alguna enfermedad crónica?	SI		NO		¿Cuál?	
¿Tiene alguna discapacidad?	SI		NO		¿Cuál?	
¿Se reconoce como parte de algun grupo étnico?	Afrocolombiano		Indígena		OTRO	
¿Se encuentra en el registro unico de víctimas?	SI		NO			
¿Se encuentra en algun programa de restitución de tierras?	SI		NO			
Estado civil	Soltero/a		Unión Libre - Casado/a		Separado/a	
¿Tiene hijos?	SI		NO		¿Cuántos?	
	Edades de los hijos					
Además de usted, ¿con cuantas personas vive?	Sola/o		De 1 a 3		Más de 3	
Además de usted, ¿cuántas personas dependen de su trabajo?	Usted mismo/a		De 1 a 3		Más de 3	
¿Alguno de sus dependientes es discapacitado? SI/NO			¿Alguno de sus dependientes es adulto mayor? SI/NO			
¿Cuánto tiempo lleva en San Roque?	Menos de 5 años		Entre 5 y 10 años		Más de 10 años	
¿Usted o su pareja tienen acceso a métodos de anticoncepción?	SI		NO			
¿Cuántas horas al día le dedica a actividades productivas?			¿Cuántas horas al día le dedica a actividades de cuidado / actividades del hogar?			
¿Cuál es su lugar en la cadena de valor de la minería?	Minero/a		Barequero/a		Chatarrero/a	
	Gastero/a		Dueño/a entable		Comercializador - Compraventa	
	Draguero		Proveedor de servicio			
¿Hace cuánto se dedica a esta actividad?	Menos de 5 años		Entre 5 y 10 años		Más de 10 años	
II. ASUNTOS ECONÓMICOS - SOCIALES						
¿Tiene acceso a servicios sanitarios en su casa?	SI		NO			
¿Tiene acceso a agua potable en su casa?	SI		NO			
¿Sabe leer y escribir?	SI		NO			
¿Cuál es su nivel máximo de educación?	Primaria		Secundaria		Técnica	
	Superiores		Ninguno			
¿Qué cursos ha recibido?	Alimentos		Minería		Artes y oficios	
	Medio Ambiente		Agropecuaria		Otro ¿CUAL?	
	Minería		Agricultura		Empleado	
¿De dónde provienen sus principales ingresos?	Otros		Actividad comercial			
Rango de ingresos mensuales	Igual o menor a \$180.000		\$180.000 - \$360.000		\$360.000 - \$781.242	
	\$781.242 - \$1.562.484		Más de \$1.562.484			
¿Tiene un estimado del costo que representa extraer un gramo de oro? (lo que invierte frente a lo que recibe)	SI		NO			
¿Con qué frecuencia lleva a sus hijos menores de edad a su lugar de trabajo? En su actividad	Siempre		Frecuentemente		Casi nunca	
	Nunca					
¿Pertenece a alguna asociación u organización?	SI		NO		Nombre	
¿Pertenece a alguna de las siguientes?	ASOCOMUR		ASOMICOPRO		NO	
¿Conoce alguna de las siguientes?	ASOCOMUR		ASOMICOPRO		NO	
Si la anterior respuesta es negativa, ¿Le interesa pertenecer a alguna asociación u organización minera?	SI		NO		¿Cuál?	
III. ASUNTOS MINEROS						
¿Qué tipo de minería realiza?	Cielo abierto (puede ser aluvial)		Socavon (veta - filón)			
Si realiza actividades de socavón ¿qué tipo de sostenimiento utiliza?		Si realiza actividades de socavón ¿tiene una salida de emergencia, diferente a la de ingreso?		Si realiza actividades de socavón ¿utiliza explosivo? SI/NO		
Si realiza actividades de socavón ¿qué tipo de ventilación tiene? (natural o forzada - ventilador)		Si realiza actividades de socavón ¿qué tipo de iluminación utiliza? (Lámparas individuales o bombillo convencional)		¿Qué elementos de protección personal utiliza?	   	
¿Tiene acceso a servicios sanitarios en su lugar de trabajo?	SI		NO		Otra cual?	
¿Tiene acceso a agua potable en su lugar de trabajo?	SI		NO			
¿Tiene una zona específica para tomar los alimentos?	SI		NO			
¿En qué municipio vende el oro?						

¿A quién le vende el oro?	Compraventa		Particular		Otro. Cuál?	
¿Cuenta con alguno de los siguientes?	Título & Licencia		SI MINERO		RUT	
	CERTIFICADO BAREQUERO		NINGUNO			
¿Ha presentado alguna solicitud de título minero?	SI		NO			
¿En qué zona minera ha trabajado en los últimos 3 meses?	VEREDA	NOMBRE DE LA MINA	RÍO - QUEBRADA	COORDENADA	¿ACTIVA?	
1						
2						
3						
4						
5						
¿Cómo comercializa el mineral?	Amalgamado		Concentrado		Fundido	
	Oro libre		Piedra tallada			
¿En cuántas minas ha trabajado en el último mes?			Cantidad de bultos de material recogido en 1 mes			
¿En cuántas minas ha trabajado en los últimos 6 meses?			Cantidad de bultos de material recogido en 6 meses			
¿Considera que la actividad minera que realiza es ancestral?	SI		NO		NO SABE	
¿De quién aprendió la actividad minera?	Padres - abuelos		Esposo/a o familiar		Usted solo/a	
	Institución educativa		Otro ¿cuál?			
Si tuviera opción ¿se dedicara a otra actividad diferente a la minería?	SI		NO		¿Por qué?	
¿Le interesa más el trabajo individual o asociativo?	Asociativo		Individual		¿Por que?	
¿Ha utilizado mercurio para obtener el oro?	SI		NO		¿Por qué?	
¿Conoce los efectos de mercurio en la salud o ambiente?	SI		NO		¿Dónde lo aprendió?	
¿Ha observado algún efecto del merurio en su salud?	SI		NO		¿Cuál?	
¿Conoce técnicas diferentes al mercurio para obtener el oro?	SI		NO		¿Cuál?	
¿Ha utilizado técnicas diferentes al mercurio para obtener el oro?	SI		NO		¿Cuál?	
¿Utiliza alguna de estas herramientas?	Batea		Matraca/Cajón		Canalón	
	Otro ¿cuál?					
¿Tiene interés en aprender sobre minería de oro sin mercurio.?	SI		NO		¿Por qué?	
¿Estaría interesado/a en comprar equipos para obtener el oro sin el uso de mercurio?	SI		NO		¿Por qué?	
¿Estaría interesado/a en procesar en entables libres del uso de mercurio?	SI		NO		¿Por qué?	
¿Sabe que el uso del mercurio esta prohibido para la minería en Colombia?	SI		NO			
Ahora que el uso del mercurio se ha prohibido en Colombia, ¿ha considerando otras alternativas de trabajo?	SI		NO		¿Cuál?	
¿Tiene alarmas en caso de emergencia?	SI		NO		¿Cuál?	
¿Tiene acceso a botiquín o primeros auxilios en caso de emergencia?	SI		NO			
¿Cómo obtiene su alimentación durante sus horas de trabajo?	Lleva los alimentos desde su casa		Toma sus alimentos por fuera de su lugar de trabajo		Cuenta con un servicio de alimentación en su lugar de trabajo	
¿Ha sufrido algun accidente de trabajo? (golpes, fracturas, u otro que le impida hacer su trabajo normalmente)	SI		NO			
¿Cuenta con servicios de salud?	Subsidiado		Contributivo			
	Ninguno		Privado			
¿Se siente expuesto/a a algun peligro en su lugar de trabajo?	SI		NO		¿Cuál?	
¿Ha visto o ha sufrido algún tipo de acoso en su lugar de trabajo?	SI		NO			
IV. ASUNTOS AMBIENTALES						
¿De dónde toma el agua para su actividad?	Acueducto		Quebrada - nacimiento		Rio	
	Pozo		Lluvia		Nombre de la fuente de agua	
¿El lugar donde trabaja tiene un plan de manejo ambiental?	SI		NO			
¿Deposita las arenas y las aguas de la minería / entable en ríos o quebradas?	SI		NO		¿Dónde?	
¿Qué hace con las basuras generadas en su zona de trabajo?						
VI. REGISTRO FINAL						
¿Desea que incluyamos sus datos en el SI MINERO?	SI		NO			
VII. PREGUNTA MUESTRAL - MEDIOS DE COMUNICACIÓN						
¿Por cuál de los siguientesmedios se entra con mayor facilidad de novedades o noticias del municipio?	Radio		Facebook		Nombre del medio	
	TV		Iglesia			
	Whatsapp		Otro			
VIII. Firma - autorización						
	Autorizo el uso de los datos aquí recolectados con objeto de la caracterización minera adelantada por el Municipio de San Roque.					

Fuente. Elaboración colectiva con autoridad municipal

6. DESARROLLO DEL TRABAJO Y RESULTADOS

6.1. Herramientas del doble diamante para identificar una ruta para la implementación del convenio de Minamata.

La mayoría de los proyectos y actividades que se realizan con el gobierno o entidades estatales normalmente se enfrentan a la rigurosidad del cumplimiento de la ley, la protección del recurso financiero o su escasez y el terrible miedo al fracaso. Por eso la implementación de toda acción de diseño representa en sí misma un gran reto.

Como lo explica Lorenzo Allio (2014) la implementación de procesos creativos alrededor de los actores de gobierno requieren transformar los lenguajes tradicionales de las acciones de gobierno a nuevos lenguajes: centrados en el usuario y no en la creación o implementación políticas; esta última ocurrirá como efecto de la implementación de acciones previas alrededor del usuario, los servicios y el desarrollo de sistema como se observa en la siguiente ilustración:

Ilustración 20. Del viejo al nuevo proceso de toma de decisiones

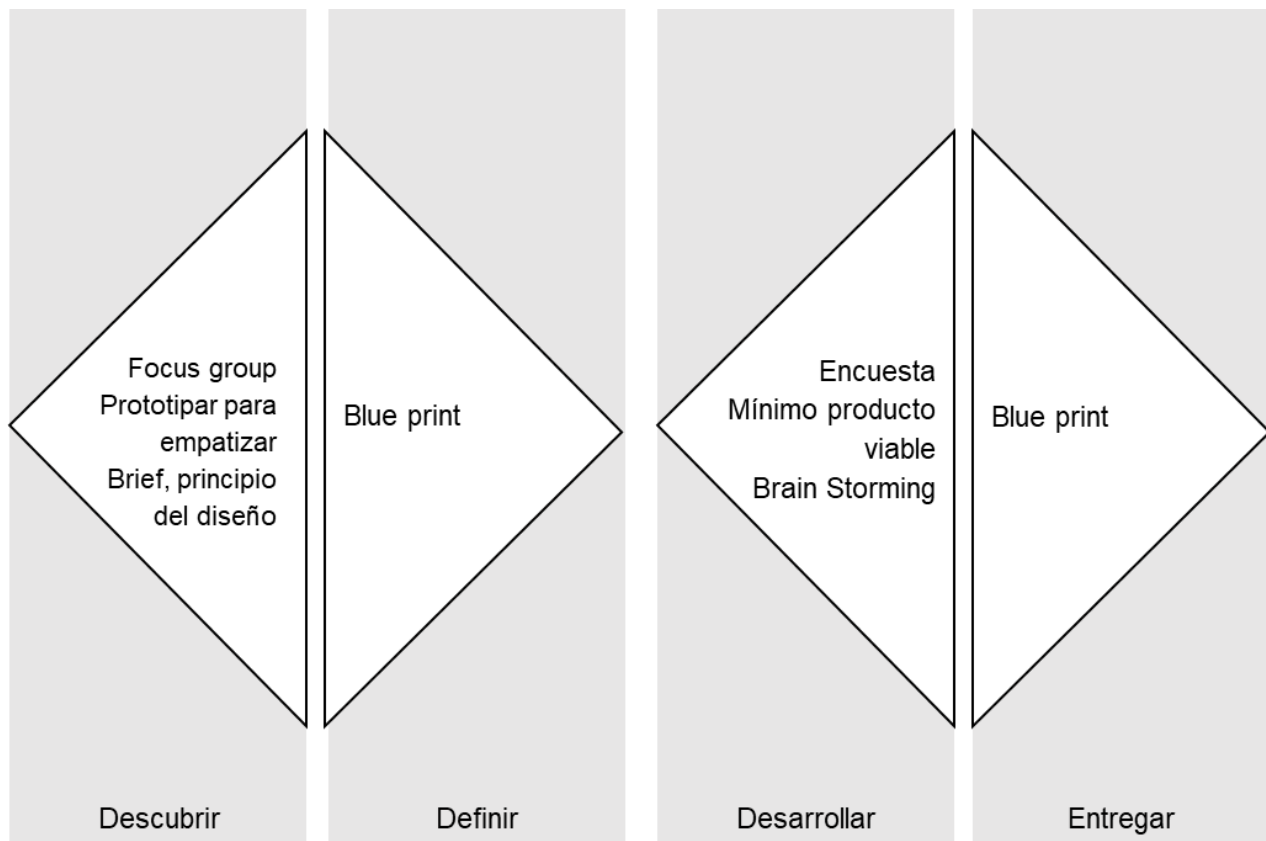


Fuente. (Gasca & Zaragozá, 2014)

Para lograr tal transformación en el municipio de San Roque, el modelo del doble diamante le permitió a la autoridad observar un proceso estructurado y participativo, en la medida que fueron alcanzando la definición de su ruta de implementación del Convenio. Como se observa a continuación las herramientas utilizadas para cada

etapa del doble diamante conjuga el uso de las herramientas propias de la investigación científica descritas en el capítulo anterior.

Ilustración 21. Herramientas seleccionadas por etapa del doble diamante.



Fuente. Elaboración propia.

Nota. Las herramientas fueron seleccionadas a partir de la compilación realizada por Gasca & Zaragoza (2014) y la propuesta del diseño metodológico de la investigación.

6.2. Aplicación del doble diamante en la determinación de la ruta de implementación del convenio de Minamata para el municipio de San Roque.

4.2.4 Descubrir

4.2.4.1 Aplicación

El objetivo de esta fase fue identificar las necesidades y la visión del territorio para las autoridades locales en la eliminación del uso del mercurio.

La herramienta de grupo de enfoque fue utilizada durante toda la dinámica del taller, tal como detalla el diseño metodológico de la investigación.

Asistieron 16 personas de la alcaldía municipal: áreas de recursos naturales, agricultura, relleno sanitario, salud, gobierno, y desarrollo comunitario.

Las actividades planteadas en general se cumplieron, en especial la identificación de responsabilidades percibidas por el municipio frente a los procesos de eliminación del uso de mercurio, así como la construcción de sugerencias a partir de su experiencia, para un buen cumplimiento de aquellas propuestas.

A partir de las intervenciones de los funcionarios durante el ejercicio, se identificaron tres elementos prioritarios para el municipio en la eliminación del uso del mercurio: Caracterización/Identificación; Divulgación/Comunicación; y Educación/Capacitación.

Adicionalmente se utilizaron dos herramientas del Pensamiento de Diseño como apoyo:

Prototipar para empatizar, definido como el desarrollo de prototipos o la creación de situaciones específicamente diseñadas para ganar empatía sin probar una solución en absoluto (o incluso sin tener una solución en mente (Gasca & Zaragoza, 2014)

Esta herramienta fue utilizada durante la sesión en el momento descrito como:

Uso de la herramienta metodológica Lego Serious Play (una adaptación de este)

1. *Introducir la técnica y el asunto a estudiar.*
2. *Dividir los participantes en grupos*
3. *Asignar a cada grupo un tema (artículo del convenio de Minamata)*
4. *Proporcionar materiales y recursos necesarios para todos que todos los individuos aprendan sobre sus temas y se conviertan en "expertos" (Fichas de armado, marcadores y papel)*

5. *Proporcionar preguntas clave para ayudar a que los individuos puedan recaudar información sobre su área particular. (¿qué significa su artículo?, represéntelo en una figura)*

Los asistentes expresaron que después de su niñez era la primera que vez que volvían a jugar con fichas, pero que de manera interesante comprendían con más facilidad de que se trataba el Convenio de Minamata ahora que lo ejemplificaban con fichas.

Ilustración 22. Aplicación de la herramienta 'prototipo para empatizar'

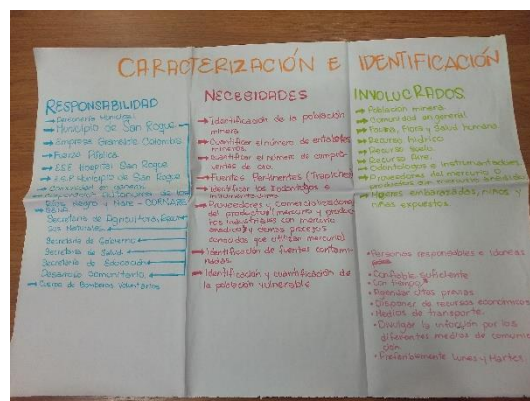
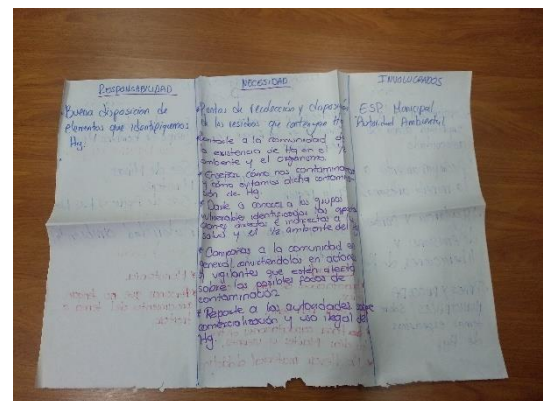
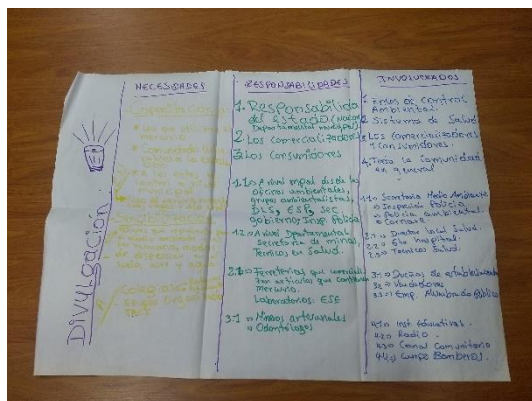
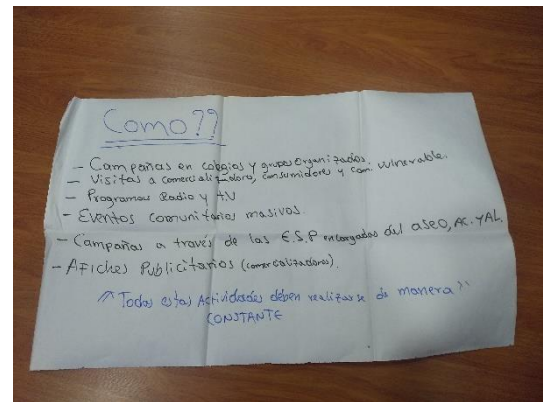
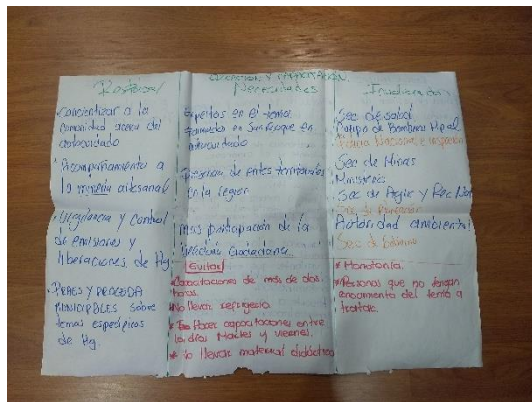


Brief, principio del diseño, herramienta definida como un documento que establece los principios de diseño según las necesidades y los objetivos del proyecto [de diseño]: traducir los insights en principios accionables.

Esta herramienta se utilizó al final de la sesión, para consolidar todas las conversaciones y lluvias de ideas no estructuradas realizadas durante el taller. Específicamente bajo la siguiente instrucción que se observa en el diseño metodológico del grupo de enfoque:

- *Realizar una lluvia de ideas dirigida por grupo para identificar necesidades, responsabilidades e involucrados por pilar.*
- *Elaborar un cuadro resumen o un organizador gráfico para cada tema como guía para el reporte de información de los individuos.*
- *Añadir sugerencias (qué hacer / qué no hacer) al ejecutar estas actividades para asegurar el éxito.*

Ilustración 23. Aplicación de la herramienta 'Brief, principio del diseño'



4.2.4.2 Resultados

En general, las autoridades identificaron que es necesaria la participación activa e informada de la sociedad civil para la implementación de toda acción que se emprenda en la eliminación del uso del mercurio.

De igual forma, se observa que es necesario identificar los grupos de interesados, la población vulnerable, y las existencias de mercurio para minería y en productos en el municipio, para abordar cualquier estrategia de divulgación y educación en el municipio.

A continuación el brief del diseño desarrollado:

A. Caracterización e Identificación.

Entidades por involucrar	Necesidades	Involucrados
• Personería municipal • Empresa Gramalote Colombia • Fuerza Pública • E.S.E Hospital San Roque • E.S.P Municipio de San Roque • Comunidad en general • Corporación Autónoma CORNARE • SENA • Secretaría de Agricultura y Recursos naturales • Secretaria de gobierno • Secretaria de salud • Secretaria de Educación • Desarrollo Comunitario. • Cuerpo de Bomberos voluntarios.	1. Identificación de la población minera. 2. Cuantificar el número de entables. 3. Cuantificar el número de compraventas de oro 4. Existencia de fuentes pertinentes (emisión y liberación de Hg) 5. Identificar los odontólogos e instrumentadores 6. Proveedores y comercializadores del producto (mercurio y productos industriales con mercurio añadido y demás procesos conocidos que utilizan mercurio). 7. Identificación de fuentes contaminadas (aguas) 8. Identificación y cuantificación de población vulnerable.	1. Población minera 2. Comunidad en general 3. Fauna, flora y salud humana 4. Recurso hídrico 5. Recurso suelo 6. Recurso aire 7. Odontólogos e instrumentadores 8. Proveedores del mercurio o productos con mercurio añadido 9. Mujeres embarazadas, niños y niñas expuestos.

Sugerencias – Qué hacer

1. Trabajar con personas responsables e idóneas: con carisma, interesadas en los buenos resultados del trabajo (explicación verbal de los expositores), confiables, con tiempo suficiente para escuchar a las personas.
2. Agendar citas previas
3. Disponer de recursos económicos
4. Medios de transporte
5. Divulgar información por los diferentes medios de comunicación.
6. Preferiblemente lunes y martes.

B. Educación y Capacitación

Responsabilidad	Necesidades	Involucrados
1. Concientizar a la comunidad acerca del autocuidado	1. Expertos en el tema formados en San Roque, en autocuidado.	1. Sec de salud
2. Acompañamiento a la minería artesanal	2. Presencia de entes territoriales en la región.	2. Cuerpo de bomberos municipal
3. Vigilancia y Control de emisiones y liberaciones de Hg.	3. Más participación de la veeduría ciudadana.	3. Policía Nacional e inspección
4. PRAES y PROCEDA municipales, sobre temas específicos de Hg.	4. Plantas de recolección y disposición de los residuos que contengan Hg.	4. Sec Minas
5. Buena disposición de elementos que identifiquemos Hg.	5. Contarle a la comunidad de la existencia de Hg en el medio ambiente y el organismo.	5. Ministerio
	6. Enseñarle cómo nos contaminamos y cómo evitamos dicha contaminación de Hg.	6. Sec agricultura y recursos naturales
	7. Darle a conocer a los grupos vulnerables identificados, las afectaciones directas e indirectas a la salud y medio ambiente del Hg.	7. Sec de planeación
	8. Campañas a la comunidad en general, convirtiéndolos en actores y vigilantes que estén alerta sobre los posibles focos de contaminación.	8. Autoridad ambiental
	9. Reporte a las autoridades sobre la comercialización y uso ilegal del Hg.	9. Sec de gobierno
		10. ESP Municipal, autoridad ambiental.

Sugerencias – Qué no hacer.

Evitar:

1. Capacitaciones de más de dos horas.
2. No llevar refrigerio.
3. Hacer capacitaciones entre martes y viernes (los mejores son sábados y lunes, con comunidades)
4. No llevar material didáctico.
5. Monotonía
6. Personas que no tengan conocimiento del tema a tratar.

C. Divulgación y comunicación

Responsabilidad	Necesidades	Involucrados
1. Responsabilidad del estado (nación, departamento y municipio).	1. Capacitación a: • Los que utilizan mercurio • Comunidades vulnerables a la exposición.	1. Entes de control ambiental
2. Los comercializadores	• A los entes de control a nivel municipal	2. Sistema de salud
3. Los consumidores		3. Los comercializadores y consumidores
4. A nivel municipal desde las oficinas ambientales, grupos ambientalistas, DLS, ESP, Sec gobierno, Ins. Policía.	2. Capacitación en: Uso del mercurio, manipulación riesgo y disposición final.	4. Toda la comunidad en general
5. A nivel departamental secretaria de minas, técnicos en salud,	3. Sensibilización en: peligros que representa para el medio ambiente, y al ser humano, modos, de dispersión en el suelo, aire y agua.	5. Secretaria de medio ambiente
6. Ferreterías que comercializan artículos que contienen mercurio. Laboratorios (ESE)	4. Sensibilización a: • Colegios (profesores – estudiantes) • Grupos organizados JACS	6. Inspección de policía
7. Mineros artesanales, odontólogos.		7. Policía ambiental
		8. Cornare
		9. Director local de salud
		10. Gerente hospital
		11. Técnicos salud
		12. Dueños de establecimiento
		13. Vendedores
		14. Empresa de alumbrado público
		15. Instituciones educativas
		16. Radio
		17. Canal comunitario
		18. Cuerpo de bomberos

Sugerencias – Cómo

1. Campañas en colegios y grupos organizados
2. Visitas a comercializadores, consumidores, y comunidades vulnerables.
3. Programas de radio y tv.
4. Eventos comunitarios masivos.
5. Campañas a través de las ESP encargadas del aseo, acueducto y alcantarillado.
6. Afiches publicitarios (solo a comercializadores).

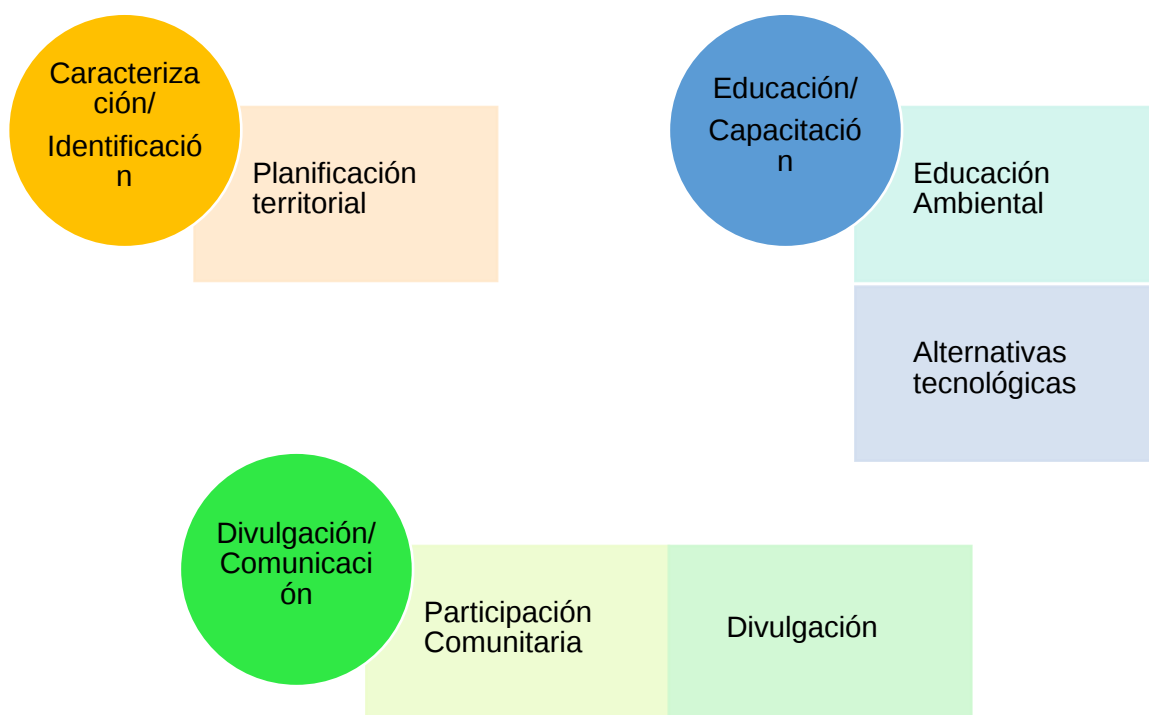
Todas estas actividades deben realizarse de manera constante (para generar recordación y adopción).

4.2.5 Definir

A partir de estos primeros resultados se identificó el primer borrador de la ruta de implementación del convenio, descritos en el siguiente.

4.2.5.1 Aplicación

Ilustración 24. Representación de los ejes para la ruta de implementación del convenio - versión 1



Fuente. Elaboración propia

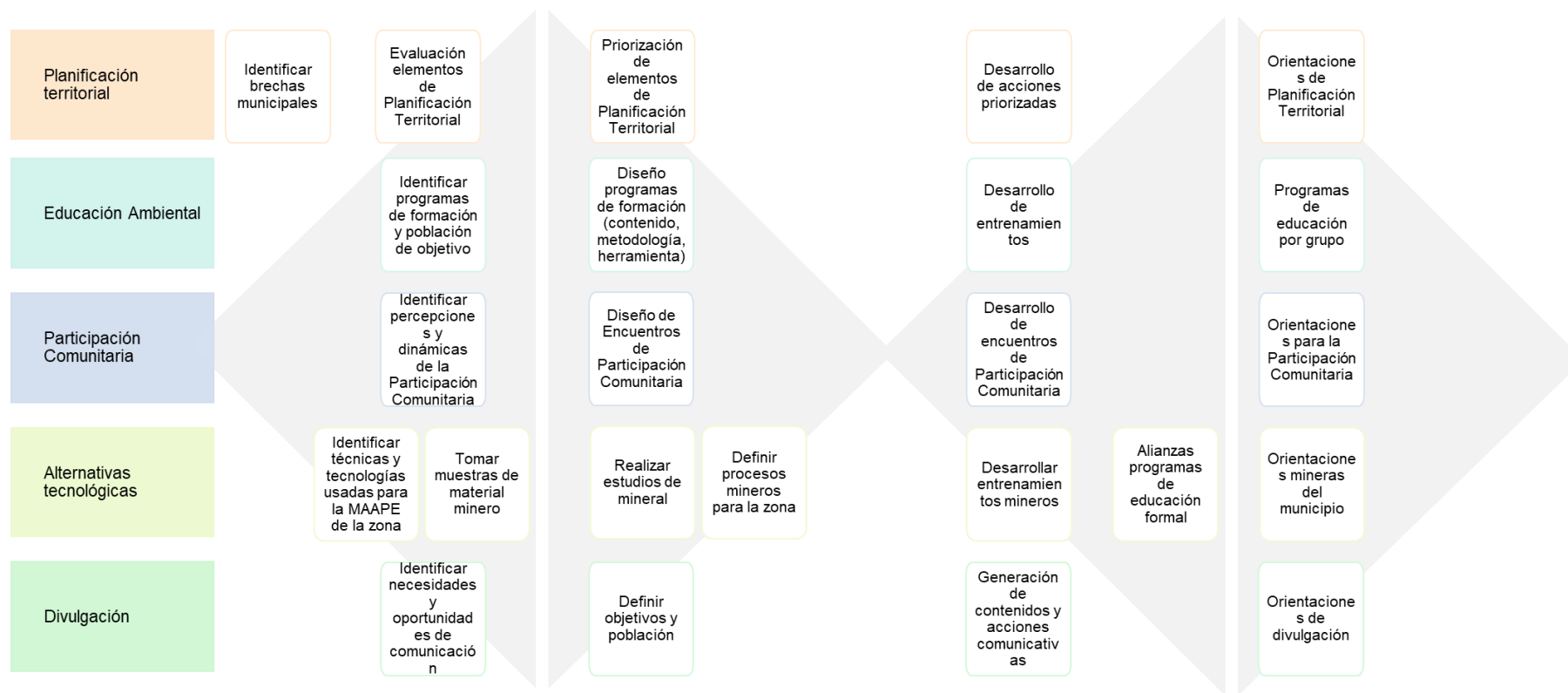
Al revisar los tres ejes sugeridos por la autoridad se encontró que otros ejes podían ser añadidos en la ruta de implementación del Convenio pasando de 3 a 5 ejes, como se observa en la Ilustración 24

Con el objetivo de realizar el mayor desglose posible de las actividades para revelar todo el proceso de implementación fueron organizadas las actividades sugeridas en el grupo de enfoque realizado, por cada eje.

Continuando con la aplicación del Doble Diamante, las actividades fueron dispuestas de manera que se continuara con el ciclo: Descubrir, Definir, Desarrollar y Entregar.

4.2.5.2 Resultados

Ilustración 25. Ruta de implementación del convenio de Minamata en el municipio de San Roque, versión 1



Fuente. Elaboración propia

A continuación se presenta el desglose de las actividades de las tres primeras etapas. La cuarta etapa para todos los ejes coincide en la generación de orientaciones para eliminación del uso del mercurio, que se compone de resultados, aprendizajes y orientaciones de implementación.

Implementación del Componente Planificación

1. Identificación de brechas municipales

Tipo de Actividad: 1 Taller

No. Participantes: 15

Objetivo: Priorización de actividades para crear una estrategia que permita eliminar el uso de mercurio en el municipio

2. Evaluación de elementos de Planificación territorial
3. Priorización de elementos de Planificación territorial

Tipo de Actividad: 1 Mesa de trabajo

No. Participantes: 10

Objetivo: Definir y priorizar la estructura de los elementos de planificación desde donde se formulará y pondrá en marcha la estrategia

4. Desarrollar acciones priorizadas

Tipo de Actividad: diagnósticos, evaluaciones, encuestas, otras

No. Participantes: incierto – depende de la acción

Objetivo: Desarrollo de acciones orientada a la planeación en la eliminación del mercurio.

Implementación del Componente Educación Ambiental

1. Identificación programas de formación y población objetivo

Tipo de Actividad: Mesa de trabajo por sector: educación salud residuos

No. Participantes: 04

Objetivo: Identificar vacíos en formación para enfrentar el convenio de Minamata y las potencialidades de replica

2. Diseño de programas de formación

Tipo de Actividad: Trabajo de escritorio

No. Participantes: 03

Objetivo: Selección de contenido, metodologías y herramientas de enseñanza.

3. Desarrollo de entrenamientos

Tipo de Actividad: 6 Talleres

No. Participantes: 180

Objetivo: generar capacidades para emprender acciones de sensibilización, diagnóstico y reducción del uso del mercurio.

Implementación del Componente de Participación Comunitaria

1. Identificar percepciones y dinámicas de la participación comunitaria

Tipo de Actividad: 2 Mesas de trabajo

No. Participantes: 20

Objetivo: Identificar percepciones y dinámicas de la participación comunitaria con actores minería, sociedad civil, autoridad local y la policía municipal.

2. Diseño encuentros Participación Comunitaria

Tipo de Actividad: Trabajo de escritorio

No. Participantes: 02

Objetivo: identificar metodologías y dinámicas para realizar los encuentros

3. Desarrollar los encuentros de participación comunitaria

Tipo de Actividad: 1 encuentro

No. Participantes: 20

Objetivo: Habilitar espacios de participación sociedad – autoridad, que promueva la información y acciones tempranas en la eliminación del mercurio

Implementación del Componente de Alternativas Tecnológicas

1. Identificar técnicas y tecnologías usadas para la MAAPE de la zona
2. Tomar muestras de material minero

Tipo de Actividad: Visita de Campo

No. Participantes: 02

Objetivo: Entrar en contacto con la población MAAPE para identificar el estado de sus labores y tomar algunas muestras de mineral

3. Realizar estudios de mineral
4. Definir procesos mineros para la zona

Tipo de Actividad: Procesamiento de laboratorio

No. Participantes: 02

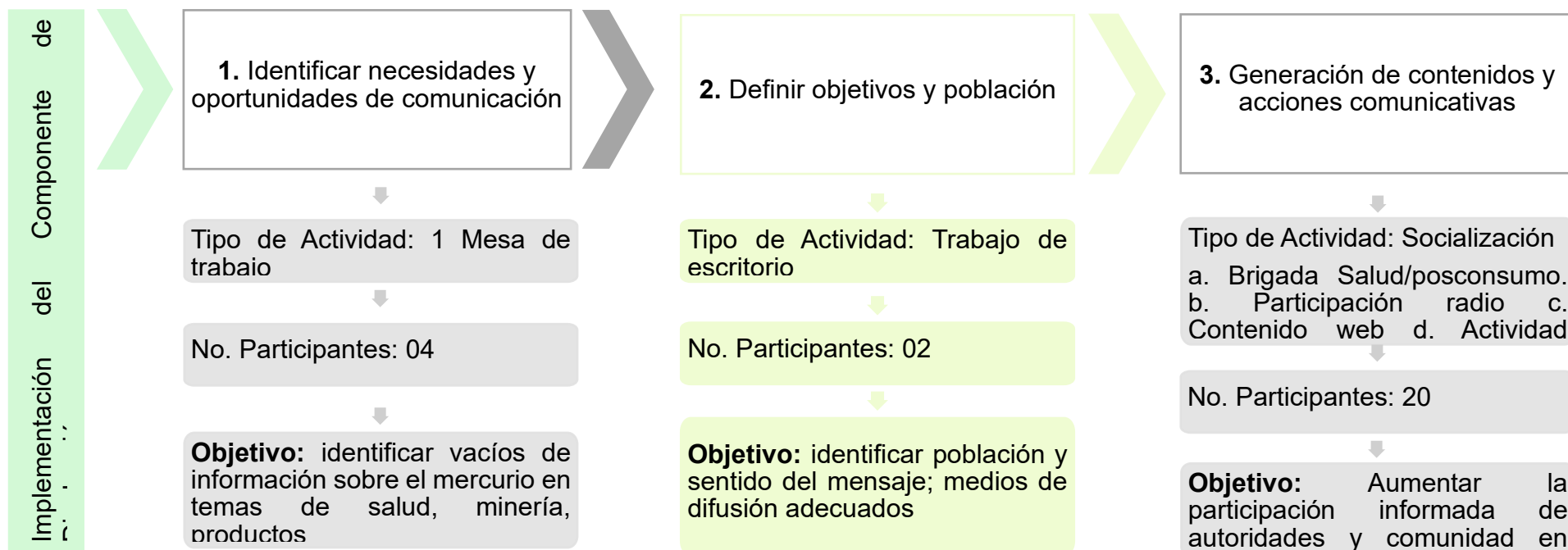
Objetivo: Evaluar técnicamente mineral de la región para establecer el procesamiento minero más adecuado.

5. Desarrollar entrenamientos mineros
6. Alianzas programas de educación formal

Tipo de Actividad: 2 talleres y 2 mesas de trabajo

No. Participantes: 60

Objetivo: Dar a conocer alternativas viables al uso de mercurio en el beneficio del oro. Y buscar nuevas formas de educación formal con aliados



4.2.6 Desarrollar

De las 24 actividades planteadas, la primera “Identificar brechas municipales” fue desarrollada al inicio de la investigación para el diseño completo de la primera versión de la ruta. Sobre las demás a continuación se presenta las fichas resumen de su aplicación y resultados:

4.2.6.1 Descubrir Planificación territorial

Temas	Fechas	Involucrados
Planificación para la MAAPE / necesidades de formación / oportunidades de comunicación	17 de septiembre de 2018	Secretaria de recursos naturales y técnicos de minería y desarrollo comunitario

Resultados

El municipio llevaba 10 años sin actualizar la información de su población minera y no era claro cuántos, ni dónde, ni el uso del mercurio de la población minera. Ninguna de sus políticas reflejaba ni conducía las determinaciones para controlar la MAAPE.

Las formaciones sobre minería en el municipio se ejecutaban por la oferta de algunas entidades pero no era claro el nivel de conocimiento de la población.

A pesar de la entrada en vigor de la ley 1658 de 2013 sobre la prohibición del uso del mercurio en la minería se desconocía el panorama del conocimiento de los mineros sobre las consecuencias legales, de salud y ambiente del mercurio.

Temas	Fechas	Involucrados
Planificación para la salud / necesidades de formación / oportunidades de comunicación	10 de diciembre de 2018	Secretaria de salud y subdirección científica del hospital

Resultados

Se identifica que el sistema de salud del municipio no percibía en el factor de riesgos de salud del territorio el uso del mercurio, ni por asuntos mineros, dieta alimenticia ni por el uso de productos en el hogar.

Se reconoce entonces la necesidad de elaborar una estrategia que reconozca los elementos de planificación como: el Plan de Mercurio para el sector salud, el Plan Decenal de Salud, la Ruta Integral de Atención para la Promoción y Mantenimiento de la Salud, y el Plan territorial de salud municipal.

Para soportar tales elementos de planeación hacia la eliminación del mercurio se hace necesario la realización de entrenamientos al personal médico y administrativo para el diagnóstico y evaluación temprana de factores de riesgo por contaminación de mercurio.

4.2.6.2 Descubrir educación ambiental

Temas	Fechas	Involucrados
Elementos de educación escolar y oportunidades de comunicación	07 de febrero 2019	Secretaría de educación.

Resultados

Mediante el Acuerdo No. 014 del 4 de diciembre de 2018, el municipio crea la Cátedra Municipal “YO AMO A SAN ROQUE”, la cual se constituye como un instrumento educativo para apoyar los procesos formativos de todas las áreas y asignaturas, partiendo de la identidad San-Rocana, y por tal, se impartirán en todo el territorio municipal.

En apoyo a los componentes ambientales del territorio mismo se decide incluir el tema del mercurio: creando capacidad en los docentes para impartir la catedra y en un grupo de estudiantes que puedan promover las primeras actividades de sensibilización.

4.2.6.3 Descubrir Participación comunitaria

Temas	Fechas	Involucrados
Percepciones y dinámicas de la Participación comunitaria	29 de septiembre y 01 de octubre de 2018	Policía departamental de Antioquia. Personería municipal Representantes gremio minero

Resultados

Esta actividad se llevó a cabo en dos sesiones, una con la policía y otra con representantes del gremio minero y la personería municipal. Se utilizó la metodología SARA: Scan – Analyze – Respond - Analyze, utilizada por la Policía Montada de Canadá, con el objetivo de resolver problemas desde la perspectiva comunitaria en donde el uso de la fuerza es puesto a un lado para permitir la solución creativa de problemas.

Con la policía sucedió que la instrucción principal de no considera la fuerza como primera opción de respuesta fue omitida por los participantes; la mayoría manifestó que el desconocimiento sobre la sustancia puede poner en riesgo su integridad y que su uso es una acción delictiva. Es por tal que sus acciones consideran una ruta lineal.

Por otro lado con la comunidad, se evidencio que a pesar de que las relaciones con las autoridades policivas se han ido deteriorado (inicio de operaciones policiales con grupos especiales de la policía), existe el interés de abrir espacio de dialogo que les permitan manejar el escenario de ilegalidad que están empezando a vivir (antes de julio del 2018, el mercurio no era ilegal, y la comunidad manifiesta que no ha existido un proceso de transición a la llamada minería limpia).

4.2.6.4 Descubrir Alternativas tecnológicas

Temas	Fechas	Involucrados
Identificar técnicas y tecnologías usadas para la MAAPE de la zona. Tomar muestras de material minero	15 de abril del 2018	Técnica minera del municipio.

Resultados

Se identifica la amalgamación como técnica de procesamiento principal para la minería de oro además de algunos equipos abandonados en la zona minera que se utilizaron con anterioridad pero que los mineros no le vieron resultados significativos pero si un alto uso de energía eléctrica (mesa vibratoria y molinos de gran tamaño). Dos personas están incursionando en la cianuración del mineral, sin considerar riesgos ni manejos adecuados.

Se toma una muestra de relaves de mineral de 33 kilogramos para ser llevado a laboratorio.

4.2.6.5 Descubrir Divulgación

Temas	Fechas	Involucrados
Necesidades y oportunidades de comunicación	23 de abril de 2018	Oficina de comunicaciones y técnicos de la secretaria de minas de la gobernación de Antioquia

Resultados

En preparación a la entrada de la prohibición del uso del mercurio en minería, la secretaria de minas decidió empezar una campaña de comunicaciones denominada “Antioquia sin Mercurio”, la cual convocó a todas las entidades y grupos que estaban trabajando sobre asuntos mineros y de mercurio en su territorio. El principal objetivo de su campaña fue mostrar los efectos judiciales del uso del mercurio y la salud.

No obstante, uno de los mensajes mostraba una silla de ruedas como consecuencia del uso del mercurio, y por tergiversar la realidad de este metal, no se continuó con el apoyo a esta campaña. Todas las acciones de comunicación para la estrategia del municipio se direccionaron al territorio

4.2.6.6 Definir Planificación Territorial

Priorización de elementos de Planificación Territorial		
Minería	Salud	Posconsumo
Realizar un diagnóstico de la MAAPE en el municipio: herramienta censo minero	Entrenar al personal del hospital para conducir dos actividades de aplicación y un inventario de productos con mercurio de la institución.	Realizar un plan para realizar jornadas de recolección anuales que logren sensibilizar al comercializados y comprador de productos con mercurio

4.2.6.7 Definir Educación Ambiental

Diseño programas de formación		
Salud	Educación: Docente	Educación: estudiantes
Tema: “diagnóstico temprano y autocuidado de las intoxicaciones por mercurio”	Tema: Formación de docentes. Conceptos básicos respecto a la eliminación del mercurio y su relación con la salud y el ambiente y herramientas pedagógicas	Tema: Formación estudiantes. Conceptos básicos respecto a la eliminación del mercurio y su relación con la salud y el ambiente
Contenido		

• La exposición humana al mercurio • Indicadores médicos de exposición al mercurio. • Síntomas de la exposición al vapor de mercurio. • Consecuencias de la exposición al mercurio. • Tratamiento del envenenamiento por mercurio.	• Conceptos básicos de la eliminación del mercurio • Relación del mercurio con la salud • Relación del mercurio con el ambiente • Construcción herramienta para trabajo con los estudiantes	• Conocimientos previos • Profundización o Exposición magistral • Actividad de retroalimentación • Verificación del conocimiento
Refrigerio • Manejo de pequeños derrames de mercurio. • Intoxicaciones con cianuro: síntomas		

Metodología

Presentación power point con videos e historias cortas para ilustrar los temas.

Algunos slides son leídos por los participantes
Otros son interpretados por ellos para definir el concepto según sus palabras

Presentación power point y ejercicios prácticos.
Discusión y consenso de la información (construir sobre sus conocimientos)

Presentaciones power point, preguntas abiertas al público, uso de videos y fotografías.
Dramatizados: primeros auxilios, salud, noticiario.

Herramientas

Estudio de casos
Rompecabezas de frases
Kit de derrames de mercurio

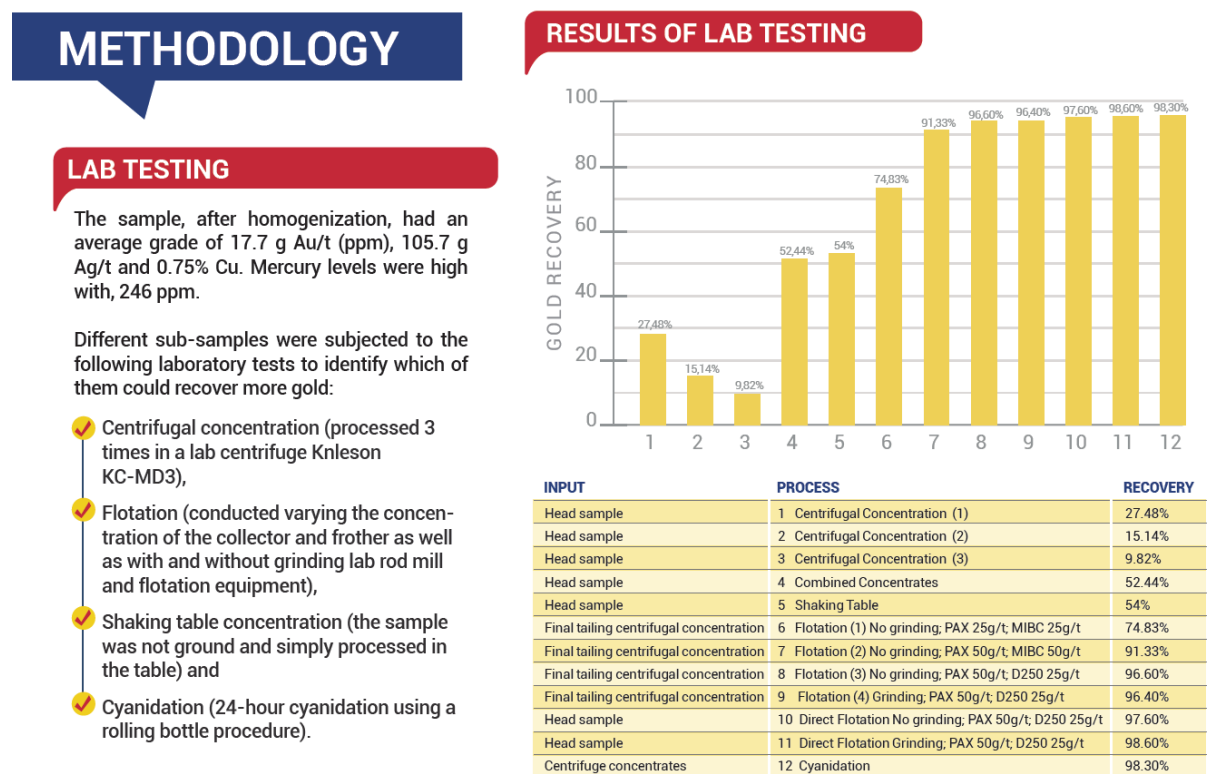
Gallery walk,
Estudio de Casos
Lluvia de ideas

Lluvia de ideas
Estudio de Casos
Fichas con fotografías alusivas a los temas.

4.2.6.8 Definir Alternativas tecnológicas.

Sobre la realización de estudios del mineral y la definición de los procesos mineros en la zona, se realizó un estudio en mayo del 2018 en los laboratorios de la Universidad de British Columbia, con 12 diferentes procesos mineros tal como se presenta en la siguiente ficha resumen:

Ilustración 26. Ficha resumen: estudios de mineral y la definición de procesos mineros.



Fuente. Elaboración propia.

Se concluye así que el proceso más interesante de uso puede ser el número 10, considerando que respecto de los demás procesos: su recuperación es mayor al 60% (comúnmente recuperada por amalgamación), no hay una variación significativa frente a los demás, y evita la trituración de mineral que requiere una inversión superior por su consumo energético y equipos.

4.2.6.9 Definir Divulgación

Sobre los asuntos de comunicación, se define el objetivo general: aumentar la información de la Población San-Rocana en

- a. Los efectos negativos del mercurio en medio ambiente y la salud humana,
- b. Las fuentes del mercurio: minería y productos con mercurio añadido.
- c. Alternativas viables al mercurio en minería y otros productos.

Y el público objetivo: mineros (especialmente mujeres por su vulnerabilidad al mercurio), funcionarios alcaldía y público general. Los principales medios utilizados por la autoridad para comunicarse con la población son: Facebook oficial, radio local, y encuentros presenciales.

4.2.6.10 Desarrollar Planificación territorial

Diagnóstico de la minería de oro municipal: censo minero

El diagnóstico del estado de la minería del municipio de San Roque surtió 5 etapas:

- I) Identificación de necesidades y zonificación minera;
- II) Planeación de formatos, protocolos y dinámicas de censo,
- III) Difusión y ejecución del censo (recolección de información),
- IV) Tabulación y validación de los datos, y
- V) Producción de informes y socialización de resultados.

El instrumento utilizado se describe en la sección de diseño metodológico de la presente investigación: **Encuesta o cuestionario mixto, por entrevista personal**



La recolección de datos en las diferentes zonas mineras del municipio se realizó entre el 1 de octubre y el 15 de diciembre de 2018, y registró a 629¹⁶ personas (87 mujeres y 542 hombres), de las cuales, el 77,11% se encuentra ubicada en el corregimiento de Providencia y los demás en Cristales, San José del Nus y San Roque, en orden de importancia numérica

La información recolectada se organizó en tres categorías que contienen alrededor de 180 preguntas o campos con posible respuesta:

Categoría 1. Información socioeconómica de la población

Categoría 2. Actividad minera de la población

Categoría 3. Conocimiento y manejo del mercurio

Desarrollo en salud: Prevenir y mitigar los efectos en la salud de la exposición al mercurio de los habitantes del municipio de San Roque.

Entrenamiento Fecha 26 de abril de 2019
Total de participantes; 54
Tema: “diagnóstico temprano y autocuidado de las intoxicaciones por mercurio”

Aplicación Fechas: 22 de julio y 26 de agosto de 2019.
Total de participantes: 300

Se realizaron 2 brigadas de salud para transversalizar los asuntos de mercurio, en los corregimientos con mayor presencia de población minera: Providencia y de Cristales; los objetivos de la transversalización por servicio médico son:

Salud bucal: reducir el uso de amalgamas en menores y mujeres embarazadas

Nutrición: reducir el consumo de atún y otras especies mayores en las mujeres gestantes

Promoción y prevención: dar información básica y de prevención sobre el uso y manipulación del mercurio

Inventarios Fechas: 19 junio 2019 y 25 de agosto.

¹⁶ Se realizaron 633 entrevistas, no obstante 4 personas fueron entrevistadas dos veces; por tal razón solo se confirman 629 registros o entrevistas como válidas.

Teniendo en cuenta los lineamientos de la Guía para la Eliminación del Mercurio en los Establecimientos de Salud, de la Organización Salud sin Daño (2018), se establece la primera jornada de inventario para los productos con mercurio añadido comprados, usados y en residuos de la entidad.

Las dos sesiones se realizaron con la dirección del jefe de mantenimiento del hospital en sus 4 sedes. El balance general de los datos encuentra que se utilizan tres tipos de productos y se cuentan con residuos de los tres tipos y uno adicional. Bombillo Ahorrador (143 -1), Baterías (35 – 0), Tubo Fluorescente (60 – 22), y Esfigomanómetros (0 – 18). Ningún termómetro de mercurio en uso, ni para la venta ni como residuo.

Baterías: las que se utilizan en equipos de órganos, relojes, mouse y termómetros principalmente.

Ilustración 27. Evidencias fotografías de los desarrollos en salud

Entrenamiento



Sensibilizaciones en brigada



Inventario



4.2.6.11 Desarrollar Educación Ambiental

Desarrollo de los entrenamientos: docentes y estudiantes

Docentes

Fecha. 17 de mayo del 2019

Participantes 8 personas de las 5 instituciones educativas del municipio (urbanas y rurales).

Estudiantes

Fechas: 08, 09, 10, 11 de julio 2019

Participantes: 110 estudiantes de las 5 instituciones educativas del municipio (urbanas y rurales).

Sobre estos entrenamientos es importante mencionar que a partir de las repuestas docentes y estudiantiles, se reforman los contenidos para la educación de escolares, dividiendo su contenido para primaria y secundaria, además de actualizar los estudios de casos e historietas por la pertinencia de edades. Esta información conforma uno de los entregables de la ruta de implementación de la estrategia.



4.2.6.12 Desarrollar Alternativas tecnológicas

Desarrollo de los entrenamientos mineros

Fecha 1: 03 de septiembre del 2018.

Participantes 32 personas

El taller permitió identificar entre otras cosas que: el uso rudimentario de equipos tiene algunas barreras de percepción de los costos, y la complejidad de uso; existe una brecha de participación de las mujeres mineras en los talleres y otros eventos para estos grupos mineros por sus responsabilidades en el hogar, porque no consideran que desempeñan labores relevantes y porque la información sobre los eventos difícilmente les llega (los hombres son los primero informados)

Fecha 2: 29 y 30 de abril 2019

Participantes: 28 personas

En esta ocasión, después de realizar el censo minero ya estaba clara la población, los medios de comunicación más utilizados y los temas a reforzar. El 60% de la población minera asistente fueron mujeres, y se incluyó una visita a un centro de procesamiento minero para analizar el uso de los equipos en territorio.



Alianzas para programas de educación más formal en minería

Aliado. Servicio Nacional de Aprendizaje SENA

Ventajas: presencia regional con sede a solo 20 minutos de San Roque, y disponibilidad de programas de minería artesanal.

Fechas: 14 de diciembre de 2018, 6 de febrero, 19 de junio y 4 de julio de 2019

Dentro de las experiencias de minería artesanal se ha dado a conocer en los últimos 10 años el enfoque MacGyver, desarrollado por la Organización educativa

Canadiense CICAN, que describe la creación de equipos de minería a partir de recursos propios de la región, como llantas, y piezas viejas de carros u otros (Veiga & Correa, 2019), reportando resultados interesantes a nivel de involucramiento de la población minera para dejar de usar el mercurio.

Bajo este entendimiento, el SENA y CICAN desarrollaron entre ante 2017 y 2018 un programa curricular para la formación de mineros en Colombia haciendo uso de recursos locales.

Observando una oportunidad en este programa, la Alcaldía municipal lideró la conformación de una alianza con el SENA y la Cooperación Canadiense para ejecutar un programa de formación con una variable muy relevante: la formación para el emprendimiento minero. Es así como después de 4 reuniones y con el respaldo de la evaluación de minerales y selección del mejor procesamiento minero para la zona, realizado en las etapas de descubrir y definir, que inicia el primer programa de emprendimiento para la construcción, mantenimiento y operación de equipo para el beneficio del oro, liderado por 28 personas de la población censada.

4.2.6.13 Desarrollar Divulgación

Generación de contenido y acciones comunicativas

El municipio logró desarrollar material de difusión de manera autónoma, cubriendo sus redes sociales y algunos programas de radio. Se destaca por ejemplo la difusión para el censo minero, el volante informativo del hospital y la Catedra Escolar con el tema: mercurio ni en las ruedas.



Censo minero



Sensibilización salud



Cátedra educativa

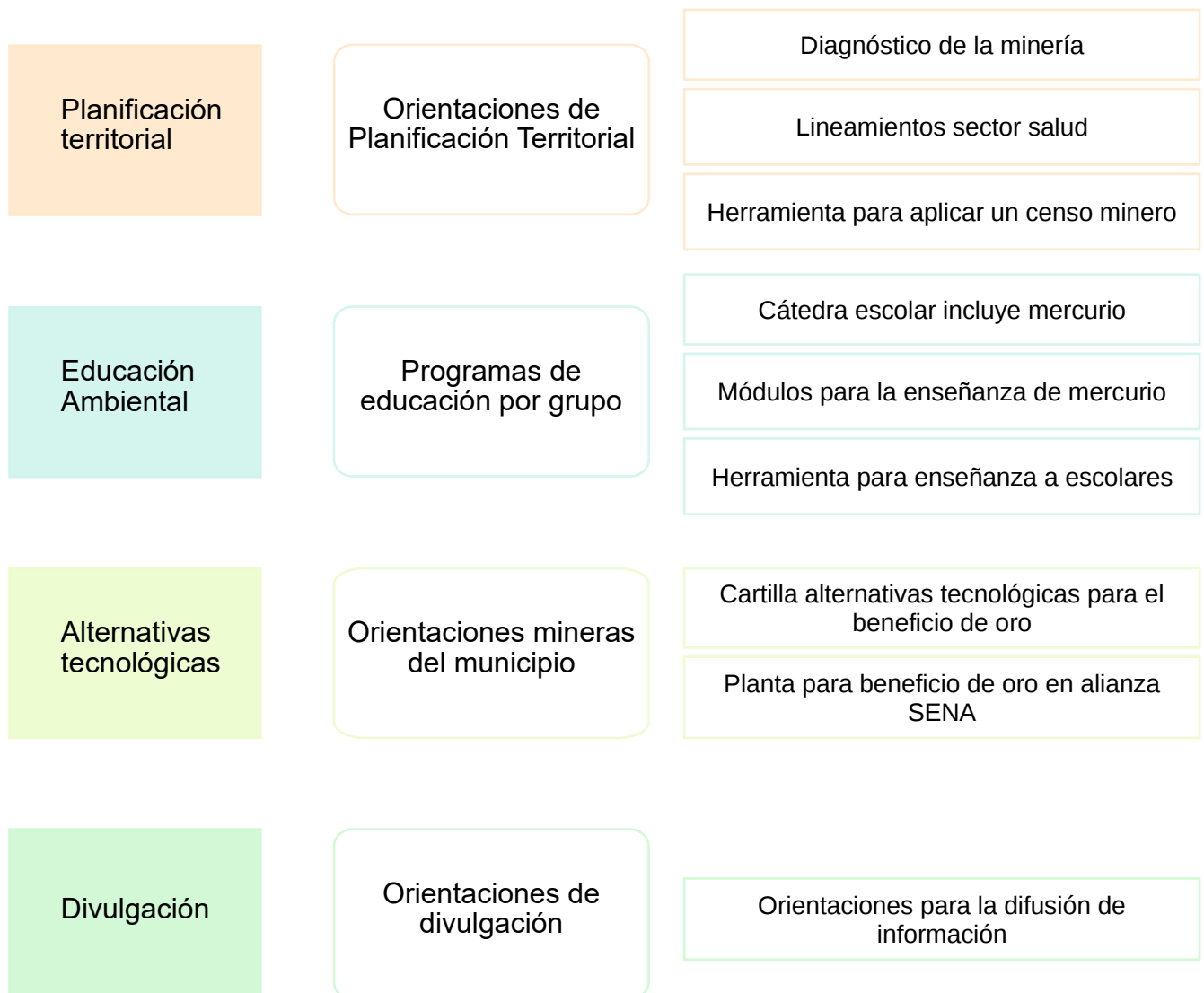
4.2.6.14 Definir y Desarrollar encuentros de Participación Comunitaria

Sobre este componente identificado, se destaca la existente necesidad de abrir puentes de comunicación autoridad – población involucrada, de manera que se puedan evitar actos violentos y la creación de redes criminales semejantes a otras usadas en sustancias ilícitas; sin embargo, después de evaluar la posición de la personería municipal y de la inspección de policía sobre el asunto se identifica que priman sus acciones de judicialización – reacción que la participación-prevención, además que carecen de instrumentos normativos que viabilicen sus acciones más allá de la incautación y fiscalización del caso.

Esta percepción de la autoridad cerró toda posibilidad de abordar la situación del manejo del mercurio como sustancia ilícita de manera participativa. Se realizaron 4 solicitudes de reunión, solo dos fueron atendidas brevemente.

Como se observa en la versión final de la ruta de implementación este componente para el municipio de San Roque se elimina para el manejo individual. No obstante se incluye en las orientaciones de abordaje por componente: la apertura de puentes de comunicación autoridad – población involucrada

4.2.7 Entregar



Como se observa en el anterior esquema se producen 10 entregables al final del proceso que componen el cierre del doble diamante para las rutas de implementación:

- **Entregable 1. Diagnóstico de la minería**

Corresponde al análisis de los resultados del censo minero

- **Entregable 2. Lineamientos del sector salud**

Recomendaciones para llevar a cabo la incorporación de los asuntos del mercurio en la seccional de salud municipal y su hospital

- **Entregable 3. Herramienta para aplicar un censo minero**

Consolida las experiencias del municipio para futuras actualizaciones o replicas en otros territorios

- **Entregable 5. Cátedra escolar que incluye el tema de mercurio**

Inclusión de la actividad “Mercurio ni en las muelas” para la enseñanza del mercurio como contaminantes en la catedra municipal escolar.

- **Entregable 6. Módulos para la enseñanza de mercurio**

Que corresponde al material dispuesto para la enseñanza en el sector salud y a escolares.

- **Entregable 7. Herramienta para enseñanza a escolares**

Como se menciona anteriormente, los aprendizajes de los talleres ofertados en primaria y secundaria permitieron consolidar un documento para replicar tales prácticas de educación, además de dos juegos: lotería y escalera.

- **Entregable 8. Cartilla Alternativas tecnológicas para el beneficio del oro**

Con la evaluación técnica del mineral de San Roque, y la validación de su procesamiento en el laboratorio minero, se entrega una cartilla sobre alternativas tecnológicas para el beneficio del oro: un paso a paso.

- **Entregable 9. Planta de beneficio de oro en alianza SENA**

La alianza establecida permite que en la actualidad se esté construyendo una planta para el beneficio del oro de la minería artesanal y a pequeña escala en el municipio

- **Entregable 10. Orientaciones para la difusión de información**

El proceso de identificación de la población, los medios y la efectividad de los mensajes se plasmó en una corta guía para comunicadores y líderes de área de las autoridades locales.

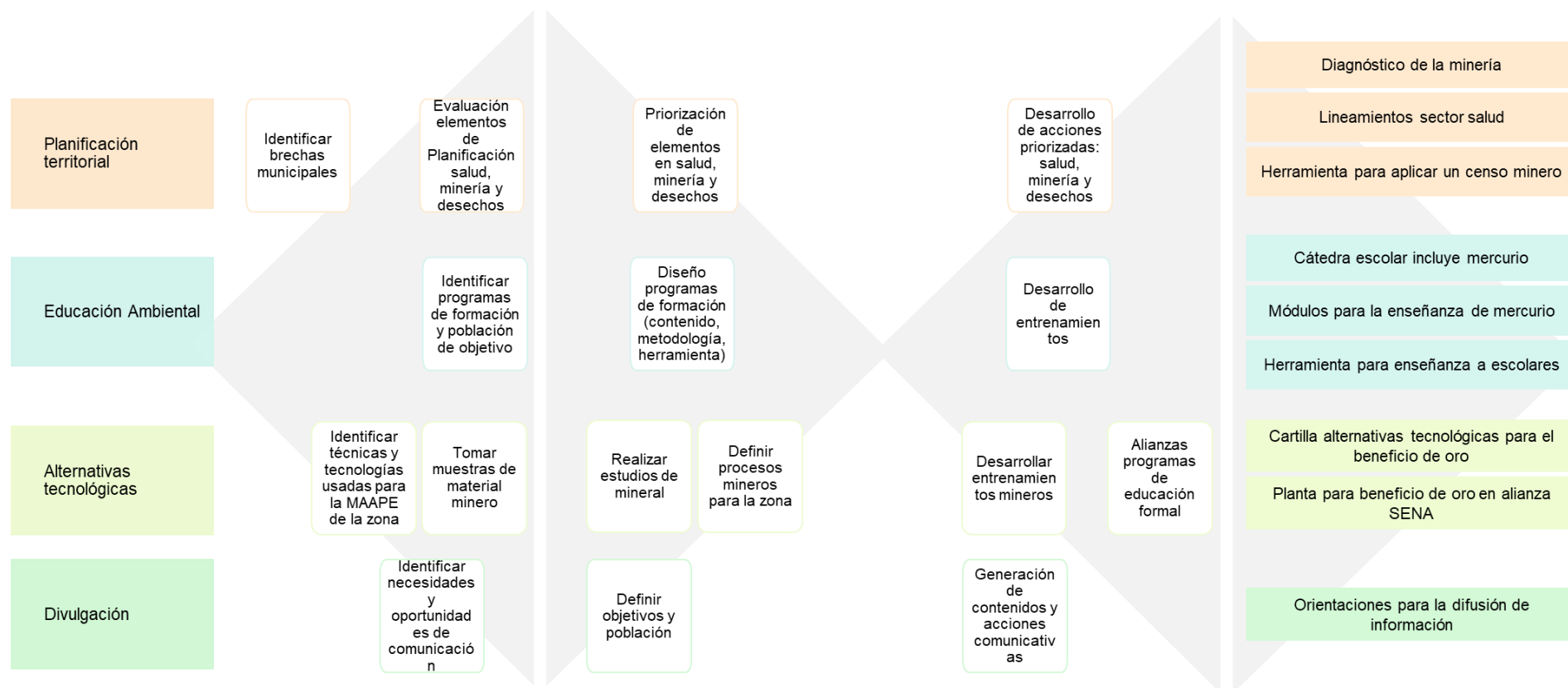
6.3. Definición de la ruta para la implementación del convenio de Minamata para el municipio de San Roque.

En la actualidad el municipio de San Roque es reconocido por la gobernación de Antioquia como un excelente ejemplo en la eliminación del uso del mercurio y a pesar de que se encuentra en proceso de cierre de su actual administración, su claridad sobre las necesidades de su sector minero y en eliminación del mercurio, le permitieron ver reflejadas en las propuestas del candidato electo acciones para la protección de la salud humana y medio ambiente del mercurio.

Por otro lado, la voluntad política manifiesta del alcalde municipal desde inicio del proceso agilizo la toma de decisiones para préstamos de espacios físicos, web y radiales, así como los permisos de los profesionales para talleres y reuniones, sin contar que él mismo autorizaba los comunicados a la población para cualquier tipo de encuentro y visitas a campo. Es importante mencionar, que la autoridad lideró la aplicación de encuestas para el censo minero, la realización de inventarios de productos en el sector salud, y la convocatoria de profesionales y sociedad civil para talleres y brigadas.

Es así, como la siguiente ruta representa las actividades que finalmente componen la ruta para el municipio de San Roque y clarifican los entregables por componente; recordando que el de participación comunitaria se integra como componente transversal de los demás y no como un componente en individual, si bien es cierto que para la autoridad la participación de la población en estos retos de gobierno son importantes, muchas de sus actividades no pueden sobrepasar las restricciones de la ley respecto del mercurio (código nacional de policía, artículo 108).

Ilustración 28. Ruta de implementación del convenio de Minamata en el municipio de San Roque, versión final



Fuente. Elaboración propia

7. CONCLUSIONES y FUTUROS DESARROLLOS

En el mercurio nada está escrito, aun nos quedan grandes retos por asumir

7.1. Conclusiones.

Las conclusiones de la presente investigación son:

1. El doble diamante como metodología del pensamiento de diseño constituye una metodología estructurada y clara para trazar una ruta en la implementación del convenio de Minamata, porque semejante al funcionamiento del convenio considera los procesos de apertura y cierre de actividades tales como la identificación de fuentes, generación de planes de acción y la promoción del cambio de mentalidad; adicionalmente, el PD permite que sucedan cambios en la medida que se ejecutan actividades y que estos sean incorporados.
2. Las fases de descubrir, definir, desarrollar y entregar fueron aplicadas en la definición de la ruta de implementación del convenio de Minamata para el municipio de San Roque.

Apoyados en el principio del diseño de la divergencia para la generación de ideas y de convergencia en la definición de entregables, el municipio logró generar acciones como entrenamientos, brigadas de salud, contenido de comunicaciones en sus medios más utilizados, el diagnóstico de su minería de oro y una catedra escolar que considera la enseñanza sobre el mercurio. Tales actividades fueron completadas en doce meses y no correspondieron a actividades fuera del funcionamiento natural de las dependencias de la Alcaldía, sino que fueron desarrolladas en simbiosis a su misionalidad: la protección de los recursos naturales, la salud y el desarrollo comunitario.

3. El proceso de diseño implementado en la creación de la ruta le permite al municipio de San Roque consolidarse como el único en Colombia que cuenta con una ruta integrada para la eliminación del uso del mercurio considerando diferentes sectores al tiempo para generar recordación en la población, capacidades en las autoridades para implementar la legislación, y alternativas para mineros y comerciantes que utilizan el mercurio. A partir de la ruta trazada, el gobierno municipal podrá continuar con un proceso estructurado conociendo sus vacíos en competencias e información, así como integrar municipios en su alrededor que

influyen en el comportamiento de la comercialización del mercurio como fue identificado en el “Diagnóstico del estado de la minería”.

Si bien es cierto que el proceso fue diseñado y documentado por la investigadora principal, las autoridades locales y el equipo de apoyo del proyecto de Cooperación Comunica generaron los resultados alrededor de la ruta para el municipio.

7.2. Futuros escenarios

Este año ya se completan 6 años desde el inicio del Convenio de Minamata, y si bien Colombia puede demostrar fácilmente los avances para la protección de la salud humana de las emisiones y liberaciones de mercurio y compuestos de mercurio, evidenciados en: la evaluación del estado de la salud ambiental, la finalización de la producción de cloro-álcali y luminarias con uso de mercurio, la ejecución de proyectos de investigación en salud ocupacional, la implementación de programas de salud bucal para la prevención de caries, la inclusión del mercurio en el Sistema de Vigilancia en Salud Pública, y la llegada de proyectos de cooperación como el Gef Gold (proyectos globales para la eliminación del uso del mercurio en la MAAPE), **aun nos quedan grandes retos por asumir.**

Territorios como el municipio de San Roque, nos demuestra que las autoridades locales no están preparadas para dirigir y ejecutar por sí solos, acciones coordinadas en el territorio, dimensionando su significado a nivel de metas e indicadores, ni de sus responsabilidades legislativas. Radicalmente, la llegada de proyectos de cooperación que quieran trabajar alineando sus indicadores a la planeación del territorio podría llevar a otro nivel a sus municipios: existen potencialidades desconocidos en los territorios para alar su propio desarrollo, solo hace falta instalar capacidad y abrir rutas que tangibilicen resultados a corto plazo.

En el mercurio nada está escrito, es un sector en mucho movimiento, no solo por su carácter legal sino también por los hallazgos de la ciencia.

Por lo anterior, esta investigación podría ser ejemplo de réplica en otros municipios que estén dispuestos a coordinar a sus equipos alrededor de un objetivo tan simple como el del Convenio de Minamata: proteger la salud humana y el medio ambiente del mercurio. Seguramente las particularidades del territorio permitirán demostrar que hay espacios para otros modelos del pensamiento de diseño.

8. Trabajos citados

- Alcaldía Municipal de San Roque. (2013). *Actualización del Esquema de Ordenamiento Territorial municipal*. San Roque, Antioquia, Colombia.
- Allio, L. (2014). *Design Thinking for public service excellence*. Singapore: UNDP.
- Antero-Arango, J., & Ramirez-Hernández, V. (2014). Evolución de las teorías de explotación de recursos naturales: hacia la creación de nueva ética mundial. *Luna Azul* (39), 291-313.
- Bakir, F., Damluji, S. F., Amin-Zaki, L., Murtadha, M., Khalidi, A., Al-Rawi, N. Y., . . . Doherty, R. A. (1973). Methylmercury Poisoning in Iraq. *Science* Vol. 181, 230-241.
- BBC Mundo. (30 de Mayo de 2018). *En qué beneficia a Colombia formar parte de la OCDE, el selecto club de países ricos en el que hasta ahora sólo había 2 naciones de América Latina*. Obtenido de BBC News: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-44260613>
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Tercera edición. Bogotá, Colombia: Pearson Educación.
- Best, K. (2009). *Management del diseño*. Barcelona, España: Parramón.
- Brown, T. (2008). Design Thinking. *Harvard Business Review*, 4 - 10.
- Brown, T., & Martin, R. (2015). Design for action: how to use design thinking to make great things actually happen. *Harvard Business Review*, Vol.93 No.9, p 56-64.
- Bruser, D. (24 de Julio de 2016). *Star Investigation: A Poisoned People*. Obtenido de The Star: <https://www.thestar.com/news/canada/2016/07/24/disability-board-approves-mercury-poisoning-claims-from-grassy-narrows-first-nation.html>
- Business and Human Rights Resource Centre. (31 de Marzo de 2014). *Chisso Corporation lawsuit (re Minamata disease)*. Obtenido de Business and Human Rights Resource Centre: <https://www.business-humanrights.org/en/chisso-corporation-lawsuit-re-minamata-disease>
- Cahavarro, D., Vélez, M.-I., Tovar, G., Montenegro, I., Hernández, A., & Olaya, A. (2017). *Los objetivos de desarrollo sostenible en Colombia y el aporte de la ciencia, la tecnología y la innovación*. Bogotá, Colombia: Colcienciasm Unidad de diseño y evaluación de políticas.
- Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales. (2017). *Inventario de emisiones y liberaciones antropogénicas de mercurio en Colombia*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- CEPAL. (2000). *América Latina y el Caribe en la transición hacia una sociedad del conocimiento*. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: CEPAL.
- Congreso de Colombia. (2018). *Ley 1892*. Bogotá, Colombia: Presidencia de la República de Colombia.
- Design Council. (2007). *Eleven lessons: managing design in eleven global*. Londres, Reunio Unido: Design Council.
- Design Council. (2007). *Eleven lessons: Managing design in eleven global brands*. Londres: Design Council.
- Dornberger, U., J. Suvelza, A., & Bernal, L. (2012). *Gestión de la fase temprana de la innovación*. Leipzig, Alemania: intelligence 4 innovation en cooperación con International SEPT Program.
- Drew, C. (2 de septiembre de 2019). *The double diamond: 15 years on*. Obtenido de Design Council: <https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/double-diamond-15-years>

- Dubberly, H. (2004). *How do you design?* . San Francisco, Estados Unidos de America: Dubberly Design Office.
- Echeverría, M. (1931). Algunas consideraciones sobre un nuevo síndrome: La Acrodinia . *Revista Médica Hondureña*, 54 - 60.
- El Tiempo. (15 de Septiembre de 2017). *Mineros advierten que si no hay diálogo bloquearán a AngloGold Ashanti*. Obtenido de El Tiempo: <https://www.eltiempo.com/colombia/medellin/mineros-advierten-que-si-no-hay-acuerdo-bloquearan-a-anglogold-ashanti-131160>
- Escenario Local. (03 de Mayo de 2019). *Al menos 200 mineros de San Roque, Antioquia entraron en paro*. Obtenido de Escenario Local: <https://escenariolocal.com/2019/05/03/al-menos-200-mineros-de-san-roque-antioquia-entraron-en-paro/>
- FDA. (19 de Julio de 2019). *Mercury Levels in Commercial Fish and Shellfish (1990 - 2012)*. Obtenido de Mercury and Methylmercury Main Page: <https://www.fda.gov/food/metals/mercury-and-methylmercury>
- Freeman, A. (1860). Mercurial diseases among hatters. *Transaction of the Medical Society of New Jersey*.
- García de León, S. (2013). Importancia estratégica de los activos intangibles en la Industria Hotelera. *Hospitalidad ESDAI. Issue 23*, p7-25.
- Gasca, J., & Zaragoza, R. (2014). *Designpedia*. España: LID Editorial Empresarial.
- Geovisualist. (2013). *Global Mercury Emission by Country and Sector*. https://public.tableau.com/views/GlobalMercuryEmissions/Dashboard1?:embed=y&:display_count=no&:showVizHome=no#1: UNEP.
- Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., Van-Otterdijk, R., & Meybeck, A. (2011). *Global food losses and food waste*. Roma, Italia: Food and Agricultural Organization of the United Nations.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación (6a. ed.)*. México D.F.: McGraw-Hill.
- Herrera-Murillo, J., & Rojas-Marín, J. F. (Junio 2013). El mercurio en el aire: química y análisis. *Universidad Nacional de Costa Rica*. <https://saludsindanio.org/sites/default/files/documents-files/1333/4.%20Mercurio%20en%20Aire.pdf>.
- Jimenez, G., Veiga, M., & Almeida, C.-E. (2016). *Validation of the co-existence model for the Gramalote Project*. Vancouver, Canadá: British Columbia University.
- Jimenez-Ibáñez, E. J. (2017). *Análisis y desarrollo de un modelo de tutorización integral basado en el design thinking orientado a la innovación estratégica en empresas colombianas*. Bogotá: Universitat Politècnica de Valencia.
- Julvez, J., Smith, G. D., Golding, J., Ring, S., St. Pourcain, B., Ramon, G. J., & Grandjeana, P. (2013). Prenatal Methylmercury Exposure and Genetic Predisposition to Cognitive Deficit at Age 8 Years. *Epidemiology (Vol 24, N 5)*, 643-650.
- Kruger, C., & Cross, N. (2006). Solution driven versus problem driven design: strategies and outcomes. *Design Studies Vol 27 (5)*, 527-548.
- Liedtka, J. (2018). Why design thinking works. *Harvard Business Review*, 72 - 79.
- Ministerio de Relaciones Exteriores de Colombia. (24 de 08 de 2016). *Cancillería*. Obtenido de Convenio de Minamata sobre Mercurio: <http://www.cancilleria.gov.co/convenio-minamata-sobre-mercurio>
- Murillo, C. (2008). *La cooperación ambiental en los tratados de libre comercio*. Mexico, DF: Unidad de comercio internacional e industrial CEPAL.

- Naiman, L. (27 de febrero de 2019). *Finding Creative Clarity Out of Chaos*. Obtenido de Creativity at work: <https://www.creativityatwork.com/2019/02/27/finding-creative-clarity-out-of-chaos/>
- Noticias ONU. (13 de Marzo de 2019). *La degradación del medio ambiente provocará millones de muertes prematuras*. Obtenido de Noticias ONU: <https://news.un.org/es/story/2019/03/1452781>
- OCDE. (2012). *Corporate reporting of intangible assets: A progress report*. OECD Corporate Governance.
- OCDE. (25 de 10 de 2013). *La OCDE inicia formalmente el proceso de adhesión de Colombia*. Obtenido de Newsroom OCDE: <https://www.oecd.org/newsroom/la-ocde-inicia-formalmente-el-proceso-de-adhesion-de-colombia.htm>
- OCDE. (2015). *Colombia: políticas prioritarias para un desarrollo inclusivo*. Bogotá: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).
- OCDE. (2015). *Colombia: políticas prioritarias para un desarrollo inclusivo*. Bogotá: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).
- OCDE, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2014). *Evaluaciones de desempeño ambiental Colombia*. Bogotá DC: OCDE.
- OMS. (31 de marzo de 2017). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de El mercurio y la salud: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>
- ONUDI, CNPML & MINAMBIENTE. (2017). *Preparación Temprana para el Convenio de Minamata sobre el mercurio (MIA) en la República de Colombia*. Bogotá: Centro Nacional De Producción más limpia.
- PNUD. (04 de Diciembre de 2019). *¿Qué son los objetivos de desarrollo sostenible?* Obtenido de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
- PNUMA. (2014). *El Convenio de Minamata sobre el Mercurio y su implementación en la región de América Latina y el Caribe*. Uruguay: PNUMA.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2005). *Manual de medio ambiente y comercio*. Winnipeg, Canadá: Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible.
- Puccio, G. (2014). *The Creative Thinker's Toolkit*. Virginia, Estados Unidos de America.: The Teaching Company.
- Revista Semana. (25 de Julio de 2018). *El municipio de San Roque también se suma a la formalización*. Obtenido de Revista Semana: <https://www.semana.com/contenidos-editoriales/colombia-sin-mercurio/articulo/el-municipio-de-san-roque-tambien-se-suma-a-la-formalizacion/576625>
- Rubio, F. (2016). Intangibles y valoración de empresas: evidencia empírica. *Revista Chilena de Economía y Sociedad*. Vol. 10 Issue 1, 24-40.
- Ruiz-González, M. d., Font-Graupera, E., & Lazcano, C. (2015). El impacto de los intangibles en la economía del conocimiento. *Economía y Desarrollo*. 155 (Número 2), 119-132.
- Salud sin Daño. (2018). *Guía para la Eliminación del Mercurio en los Establecimientos de Salud*. Salud sin Daño.
- Sanders, L., & Jan, P. (2012). *Convivial Design Toolbox: Generative Research for the Front End of Design*. Amsterdam: BIS.

- Sarmiento, G. I., & Benavides, O. A. (2017). Inversión en Intangibles y Estrategia Competitiva: Una extensión del modelo de Cournot. *Revista de Economía Institucional*. Vol. 19 Issue 37, 85-114.
- Solheim, E. (2017). *Prólogo: Convenio de Minamata sobre el mercurio*. Ginebra: ONU medio ambiente.
- The World Bank. (2006). *Where is the wealth of the Nations*. Washington, DC: The International Bank for Reconstruction and Development.
- Tovar, S. (2018). *Lineamientos para el uso controlado de la amalgama dental, en los servicios de odontología*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Salud y Protección Social.
- Troposfera. (04 de Diciembre de 2019). *Mercurio*. Obtenido de Portal temático de contaminación atmosférica.: <http://www.troposfera.org/conceptos/contaminantes-quimicos-de-la-atmosfera/mercurio/>
- Tu, J.-C., Liu, L.-X., & Wu, K.-Y. (2018). Study on the Learning Effectiveness of Stanford Design Thinking in Integrated Design Education. *Sustainability Tomo 10* (8), 2649.
- UN Ambiente. (17 de Julio de 2017). *Se debe acelerar la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Obtenido de Noticias ONU: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2017/07/se-debe-acelerar-la-implementacion-de-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- UN Environment. (2019). *Global Environment Outlook*. Cambridge University Press.
- UN Environment. (2019). *Global Mercury Assessment 2018*. Geneva, Switzerland: UN Environment Programme, Chemicals and Health Branch.
- Veiga, M., & Correa, M. (2019). *Alternativas tecnológicas para el beneficio del oro*. Bogotá: Comunica.
- Vianna, M., Vianna, Y., Adler, I.-K., Lucena, B., & Russo, B. (2011). *Design Thinking: Business Innovation*. Rio de Janeiro: MJV Press.
- Villacís-Mejía, M. C., Torres-Matovelle, P., Pons-García, R. C., & Tanda-García, J. (2016). Diseño de productos turísticos culturales a partir del patrimonio inmaterial. *Retos Turísticos*. Vol. 15 Issue 3, 93-108.
- Villafrades-Torres, R. (15 de Julio de 2017). *La biodiversidad en Colombia: su importancia y amenazas*. Obtenido de Iberoamérica Divulga: <https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?La-biodiversidad-en-Colombia-su-importancia-y-amenazas>
- Waloszek, G. (2012 de septiembre de 2012). *Introduction to Design Thinking*. Obtenido de SAP - User experience community: <https://experience.sap.com/skillup/introduction-to-design-thinking/>
- West, R. (1949). The mining community in northern new Spain: the parral mining district, Berkeley and Los Angeles. *Universidad de California Press*, 54.
- Yorifuji, T., Tsuda, T., & Harada, M. (2013). Minamata disease: a challenge for democracy and justice. En E. E. Agency, *Late lessons from early warnings: science, precaution, innovation*. (págs. 124-148). Copenhagen, Denmark: European Environment Agency.
- Zarta-Ávila, P. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula Rasa* (28), 409-423.
- Zúñiga-Gutiérrez, M. (2017). *Music thinking: explorando el cerebro adaptativo*. Bogotá, Colombia: Universidad EAN.