



Manual Técnico Institucional – Sello de Certificación SICREP

Índice

1. Introducción
2. Descripción General del Sello SICREP (Propósito y Alcance)
3. Fundamento Legal – Ley REP de Envases y Embalajes en Chile
4. Estándares Internacionales Relevantes (Ejemplo: Copper Mark)
5. Plataforma PasaporteDigitalREP: Estructura, Casos de Uso y Vinculación con SICREP
6. Arquitectura Técnica del Sistema
 7. 6.1 Flujo de Datos e Interoperabilidad entre SICREP y PasaporteDigitalREP
 8. 6.2 Diagramas de Arquitectura
9. Módulos del Sistema
10. 7.1 Registro de Proveedores
11. 7.2 Cálculo de Material y Seguimiento de Envases
12. 7.3 Certificación y Emisión de Certificados REP
13. 7.4 Panel de Control y Dashboard de Cumplimiento
14. Tecnología de Innovación: NFC y Blockchain para Trazabilidad
15. Beneficios Diferenciadores del Sistema (Trazabilidad, Transparencia, Cumplimiento, Eficiencia)
16. Fuentes y Referencias Normativas

1. Introducción

El presente manual técnico institucional describe detalladamente el **Sello de Certificación SICREP** y las plataformas asociadas, orientado a clientes públicos y privados. Se ofrece una visión integral –tanto técnica como legal y operativa– del sistema de **SICREP** (Sistema Integral de Certificación REP) y su plataforma pública complementaria **PasaporteDigitalREP**, desarrolladas para garantizar el cumplimiento de la Ley de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) en Chile en el ámbito de **envases y embalajes**. El documento aborda el propósito y alcance del sello SICREP, el marco legal y normativo que lo sustenta, su alineamiento con estándares internacionales de sostenibilidad, la descripción funcional y técnica de las plataformas, su arquitectura con énfasis en interoperabilidad, los módulos operativos clave, la incorporación de tecnologías innovadoras (NFC y blockchain) para trazabilidad, así como los beneficios diferenciadores que aporta el sistema. El estilo es institucional, claro y accesible, buscando proveer la **profundidad técnica adecuada** para entidades regulatorias o equipos técnicos, pero evitando tecnicismos excesivamente complejos.

2. Descripción General del Sello SICREP (Propósito y Alcance)

El **Sello SICREP** es una certificación ambiental especializada en el cumplimiento de la Ley REP para envases y embalajes. Su propósito es brindar a productores y proveedores industriales un mecanismo **oficial y acreditado** para demostrar trazabilidad y manejo responsable de los envases que introducen en el mercado. A través de SICREP, las empresas pueden **certificar** que cumplen con las obligaciones legales de reporte, seguimiento de materiales y valorización de residuos de envases, obteniendo un

sello que avala su desempeño ante autoridades ambientales y clientes industriales. El alcance de este sello abarca principalmente a proveedores de grandes industrias (ej. sector minero) cuyas operaciones involucran envases o embalajes en **entornos no domiciliarios** (B2B). SICREP se entrega como una solución integral tipo *Software as a Service* (SaaS): incluye una plataforma web de registro y monitoreo, un módulo de certificación con auditoría incorporada, y un sello digital/verificable que puede exhibirse en informes y contratos. En síntesis, el sello SICREP **acredita de forma objetiva y transparente** que una empresa ha implementado un sistema de trazabilidad de envases conforme a la normativa REP vigente, brindándole reconocimiento y **ventajas competitivas** en el mercado (por ejemplo, acceso preferente a licitaciones que exigen cumplimiento ambiental ¹).

SICREP – Sistema Integral de Certificación REP: Bajo esta denominación, el sistema ofrece a los proveedores regulados una herramienta centralizada para registrar cada despacho de envases, generar certificados ambientales y reportar automáticamente los datos requeridos por la autoridad. La solución está diseñada con un enfoque modular y escalable, permitiendo su uso tanto por pequeñas empresas locales como por grandes consumidores industriales. Al utilizar SICREP, una empresa obtiene en pocos días una **certificación oficial emitida por una Entidad Certificadora Acreditada (ECA)**, respaldada con tecnología blockchain para garantizar la inmutabilidad de la información ². El sello cubre el **ciclo completo de cumplimiento REP**: desde la identificación y cuantificación de los materiales de embalaje utilizados, pasando por la generación de trazabilidad unitaria de cada despacho, hasta la verificación documental por auditores y la emisión final de un certificado válido ante la *Superintendencia del Medio Ambiente* (SMA) y otras partes interesadas.

3. Fundamento Legal - Ley REP de Envases y Embalajes en Chile

El Sello SICREP se fundamenta legalmente en la **Ley N°20.920/2016**, conocida como Ley REP (“Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje”), y en su normativa reglamentaria para envases y embalajes (Decreto Supremo N°12/2020 del Ministerio del Medio Ambiente, entre otros). Esta ley establece que los **productores de ciertos productos prioritarios**, incluyendo los envases y embalajes, deben asumir la responsabilidad por el ciclo completo de vida de dichos productos, especialmente la fase post-consumo. En el caso de envases, todo productor que introduce **más de 300 kg anuales** de envases o embalajes en el mercado nacional queda sujeto a las obligaciones de la Ley REP ³. Esto implica que muchos **proveedores industriales** (por ejemplo, empresas que suministran insumos a la minería con embalajes) son considerados “productores” a efectos de la ley, aun si solo distribuyen productos de terceros, siempre que superen ese umbral anual ⁴. Aquellos por debajo de 300 kg/año están exentos de metas pero igualmente deben **declarar sus volúmenes** en el sistema público (RETC) de forma anual ⁵.

Las **obligaciones legales clave** para los productores de envases incluyen:

- **Declaración anual en el RETC** (Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes) detallando los envases puestos en el mercado ⁶.
- **Información por despacho**: reportar el peso y materialidad de cada despacho de envases entregado a clientes industriales ⁶.
- **Trazabilidad y sistema validado**: implementar un sistema que asegure la trazabilidad de los envases hasta su valorización o reciclaje, validado por terceros ⁶.
- **Auditoría y certificación anual**: someterse a verificación anual por una Entidad Certificadora Acreditada (ECA), que emita un certificado de cumplimiento REP ⁶.

El incumplimiento de estas obligaciones conlleva sanciones significativas. La **Superintendencia del Medio Ambiente (SMA)** tiene facultad para aplicar multas que van desde aproximadamente \$800.000 hasta \$6.200.000 CLP por infringir la normativa REP ⁷. Adicionalmente, en el ámbito comercial, las

empresas que no cuentan con la certificación de cumplimiento pueden ser excluidas de procesos de compra o licitaciones por parte de compañías grandes (ej. mineras), que cada vez más exigen a sus proveedores acreditación en materias de sostenibilidad ¹. En este contexto, el Sello SICREP proporciona el respaldo legal y técnico para que los proveedores cumplan y demuestren fácilmente su cumplimiento: SICREP opera bajo la figura de ECA reconocida (#001) ⁸, lo que significa que sus certificados tienen validez oficial ante la SMA y demás organismos, otorgando seguridad jurídica tanto al proveedor certificado como a sus clientes.

4. Estándares Internacionales Relevantes (Ejemplo: Copper Mark)

En el desarrollo e implementación del sello SICREP se han considerado referentes internacionales de certificación y trazabilidad en industrias análogas, a fin de alinear las mejores prácticas globales con la realidad normativa chilena. Un ejemplo destacado es **The Copper Mark**, un estándar internacional voluntario en la industria minera del cobre. Copper Mark es una certificación que **evalúa y reconoce la producción responsable del cobre**, cubriendo aspectos ambientales, sociales y de gobernanza (ESG) ⁹. Este estándar abarca criterios rigurosos sobre gestión ambiental, derechos laborales, transparencia y contribución positiva a las comunidades, constituyendo un **distintivo de sostenibilidad** ampliamente reconocido en el mercado global ⁹. Al obtener el sello Copper Mark, una operación minera garantiza que cumple con las más altas exigencias de responsabilidad social y ambiental, generando confianza entre inversionistas, clientes y otras partes interesadas.

De forma análoga, el **Sello SICREP** busca promover prácticas responsables y trazabilidad en el manejo de envases y embalajes, asegurando el **cumplimiento normativo ambiental** en la cadena de suministro industrial. Si bien SICREP se enfoca en un ámbito distinto (residuos de envases en sectores como la minería, manufactura, etc.), comparte principios con estándares como Copper Mark: independencia de la certificación (SICREP es otorgado por un organismo acreditado independiente), verificación **tercera parte** del cumplimiento, transparencia en los criterios evaluados, y aportación de valor reputacional a las empresas certificadas. Además, SICREP incorpora tecnología de punta (blockchain, plataformas digitales abiertas) para reforzar la confianza en la trazabilidad, complementando los elementos tradicionales de auditoría documental. Esta combinación de **innovación tecnológica** con principios de certificación reconocidos internacionalmente asegura que el sello SICREP se mantenga alineado con tendencias globales en economía circular y cumplimiento ESG. En el futuro, el modelo SICREP podría ser referente para otros sectores o países, tal como Copper Mark lo es hoy en minería, estableciendo un lenguaje común de **transparencia y responsabilidad** en la gestión de residuos industriales.

5. Plataforma PasaporteDigitalREP: Estructura, Casos de Uso y Vinculación con SICREP

PasaporteDigitalREP es la plataforma web pública complementaria a SICREP, diseñada para brindar **transparencia y acceso a la información** de trazabilidad a todos los actores relevantes (productores, consumidores industriales, fiscalizadores gubernamentales e incluso la ciudadanía cuando corresponda). Su función principal es vincular cada envío de envases certificado con un **identificador único** (implementado vía código QR y/o chip NFC) y mostrar una “**ficha digital**” accesible en línea para ese despacho ¹⁰. En otras palabras, el PasaporteDigitalREP actúa como una vitrina pública de la trazabilidad: cualquier persona autorizada que escanee el código (o acerque un lector NFC) asociado a un lote de envases puede consultar en tiempo real información clave como: la empresa proveedora y su cliente industrial, fecha del despacho, tipo y peso de materiales de embalaje utilizados, y lo más importante, el **estado de validación/certificación** de ese despacho ¹¹. De esta forma, si un inspector del medio ambiente o un representante de la minera recibe un pallet u otro contenedor con el sello

SICREP, puede inmediatamente verificar si ese envío específico cuenta con la certificación ambiental vigente y cuáles son sus datos técnicos.

Desde el punto de vista de su **estructura y casos de uso**, PasaporteDigitalREP se compone de una interfaz web responsive (pública) que no requiere autenticación para consultar datos básicos de un despacho a través del identificador único. Internamente, la plataforma se **integra mediante APIs** seguras al núcleo central de SICREP para obtener la información actualizada de cada envío ¹². Los casos de uso principales incluyen: **verificación de despachos** (p.ej. un fiscalizador ingresa o escanea un código y ve la ficha del despacho con su estatus de reciclaje/certificación), **consulta de materialidad y peso** (útil para que consumidores industriales corroboren que lo recibido coincide con lo declarado) y **validación de certificados** (cada ficha incluye enlace al certificado ambiental PDF emitido por SICREP, para descargarlo si es necesario). Es importante señalar que si bien la información es pública por diseño para asegurar transparencia, la plataforma respeta consideraciones de confidencialidad: no expone datos comerciales sensibles (como el volumen anual total de una empresa o contactos específicos del proveedor) ¹³, mostrando únicamente la información necesaria para cumplir con la **transparencia exigida por la Ley REP** ¹³.

Operativamente, PasaporteDigitalREP está pensada para ser muy sencilla: desde cualquier dispositivo (por ejemplo, un teléfono o tablet en terreno) se puede acceder al sitio web y realizar búsquedas o escaneos de códigos. La estructura técnica recomendada para su desarrollo es mediante un *framework* moderno de *frontend* (por ejemplo, **React/Next.js**), consumiendo los servicios REST provistos por SICREP ¹⁴. Esto permite que la página de la “ficha” o perfil de cada despacho cargue dinámicamente los datos vía API con alta eficiencia. De hecho, se utiliza un mecanismo de **carga optimizada** (e.g. `useSWR` en React) para obtener la información del despacho con una sola petición al endpoint correspondiente (`GET /api/qr/:id`), asegurando rapidez y evitando duplicación de llamadas innecesarias ¹⁵. En resumen, PasaporteDigitalREP constituye el **componente de transparencia y consulta pública** del ecosistema SICREP, empoderando a usuarios externos con información confiable en tiempo real sobre la trazabilidad de envases, y complementando la plataforma SICREP que usan internamente los proveedores, auditores y administradores del sistema.

6. Arquitectura Técnica del Sistema

La solución SICREP está construida sobre una arquitectura técnica moderna, enfocada en la **interoperabilidad** entre sus componentes centrales (el núcleo backend y bases de datos), la plataforma PasaporteDigitalREP y servicios externos (como la blockchain y sistemas de reporte). A alto nivel, se ha implementado un “**núcleo central**” de servicios web que concentra la lógica de negocio y expone funcionalidades a las interfaces de usuario (SICREP y Pasaporte) a través de APIs REST seguras ¹⁶. Este núcleo provee autenticación, almacenamiento de datos, generación de códigos y certificados, y orquestación de procesos entre módulos. La arquitectura sigue principios de **microservicios integrados** mediante una base de datos común y colas de mensajería para asegurar escalabilidad y consistencia ¹⁷. A continuación se detalla el flujo de datos principal y la disposición de componentes, seguido de diagramas ilustrativos.

6.1 Flujo de Datos e Interoperabilidad entre SICREP y PasaporteDigitalREP

El **flujo de datos end-to-end** inicia cuando un proveedor realiza el registro de su empresa y configura sus tipos de embalajes en SICREP (ver sección 7.1). A partir de ahí, en cada despacho de envases que el proveedor prepara hacia un cliente industrial, sigue una secuencia estandarizada: el proveedor ingresa a la aplicación SICREP (vía web o móvil), selecciona el tipo y cantidad de cada embalaje usado en el envío (por ejemplo, número de cajas, palets, film, etc.), y el sistema automáticamente **calcula el peso**

total por material de ese despacho utilizando la información técnica de cada tipo de embalaje registrada en la configuración ¹⁸ ¹⁹. Acto seguido, el proveedor confirma los datos del despacho (empresa cliente destino, fecha, número de guía de despacho) y solicita la **generación del código de trazabilidad**. El núcleo SICREP entonces genera un **código QR único** (y su representación NFC, si aplica) que identifica ese despacho, registra un **hash criptográfico** del identificador en la blockchain (ver sección 8), y prepara el **certificado digital** correspondiente ¹⁸. El QR puede ser descargado e impreso como etiqueta para adjuntar físicamente al bulto enviado ²⁰. Cuando la carga es recibida por la empresa cliente (por ejemplo, al llegar a la minera), el personal receptor o inspector puede escanear el QR con cualquier dispositivo para acceder a la **ficha digital del despacho** mediante PasaporteDigitalREP ²¹. Allí podrá validar la trazabilidad: confirmará que el envío estaba registrado, visualizará los detalles (materiales y pesos) y verá el estado “**validado**” si el certificado ambiental ya fue emitido por SICREP.

La interoperabilidad entre **SICREP** (que maneja la lógica de registro, cálculo y certificación) y **PasaporteDigitalREP** (que muestra la información públicamente) está asegurada a través de un diseño API-centric. Todo dato capturado o generado en SICREP (por ejemplo, la lista de embalajes de un despacho, o el estado de un certificado) se persiste en la base de datos central y está disponible mediante endpoints REST. PasaporteDigitalREP consulta esos endpoints en tiempo real cuando un usuario solicita ver un despacho, garantizando que siempre se muestre la información más actualizada y consistente. Por razones de **seguridad y rendimiento**, el núcleo central implementa autenticación robusta con tokens JWT para los usuarios internos y caching en memoria (Redis) para acelerar respuestas a consultas frecuentes ²². La comunicación entre servicios se realiza bajo HTTPS con controles de acceso según roles, evitando cualquier acceso no autorizado a datos sensibles. Adicionalmente, la arquitectura contempla integraciones con sistemas externos clave: por un lado, reportes automáticos al **RETC** (la plataforma gubernamental) de los datos anuales consolidados de envases, a través de generación de informes según formato requerido ⁶; por otro lado, potencial integración con sistemas de las empresas (por ejemplo, un **ERP** de la minera) mediante APIs, para intercambio de información de despachos o verificaciones en tiempo real. En suma, la arquitectura SICREP-Pasaporte forma un **ecosistema interconectado** donde cada evento (un despacho registrado, un certificado emitido, una consulta pública) fluye a través de componentes bien definidos que cooperan para brindar trazabilidad de punta a punta.

Diagrama de arquitectura técnica que ilustra la integración entre los componentes de SICREP (núcleo central, base de datos, capa blockchain) y la plataforma PasaporteDigitalREP. Se muestran los flujos de información principales: registro/autenticación de usuarios, generación de códigos QR, consulta pública de despachos, y almacenamiento de datos en la nube.

6.2 Diagramas de Arquitectura

Para complementar la descripción, a continuación se presentan diagramas esquemáticos de la arquitectura y componentes del sistema:

- **Arquitectura de Componentes (Backend):** El núcleo de SICREP está conformado por varios sub-componentes. Una **base de datos MongoDB** almacena la información principal (usuarios, empresas, despachos, certificados), apoyada por un caché en **Redis** para mejorar tiempos de respuesta y manejo de cargas intensivas ²². Documentos y archivos (ej.: PDFs de certificados, imágenes de auditoría) se almacenan en un repositorio tipo **Amazon S3** seguro ²². La lógica de negocio se expone mediante una API REST implementada en Node.js (framework Express/NestJS) con controladores para diferentes dominios: autenticación, gestión de empresas, gestión de despachos (incluyendo generación/validación de QR), proceso de certificación y reportería ²³ ²⁴. Adicionalmente, una **capa de blockchain** se integra al backend: cada vez que se genera un

código QR o se emite un certificado, el sistema invoca un contrato inteligente desplegado en la red pública *Polygon* para registrar un hash único de ese evento ²⁵. Esto permite que cualquier alteración o inconsistencia posterior pueda detectarse comparando con el registro inmutable en la blockchain. La arquitectura está pensada para ser **escalable horizontalmente**, pudiendo desplegar múltiples instancias de servicios detrás de un balanceador de carga, y eventualmente separar microservicios específicos (por ejemplo, un servicio dedicado de reportería) comunicados a través de mensajería (RabbitMQ u otro) ¹⁷.

- **Arquitectura de Integración Frontend:** Por encima del backend, residen dos aplicaciones frontend diferenciadas. La aplicación principal **SICREP** (dirigida a usuarios registrados: proveedores, auditores, administradores, etc.) está construida como una aplicación web segura con panel de control, formularios y visualizaciones. Los proveedores utilizan esta interfaz para ingresar datos y monitorear su cumplimiento; los auditores para revisar solicitudes y emitir certificados; los administradores para configurar parámetros. La otra aplicación es **PasaporteDigitalREP** (descrita en sección 5), que es un frontend público ligero para consultas de trazabilidad. Ambas aplicaciones consumen la misma API central. Gracias a esta separación, se asegura que la **interfaz pública** no pueda modificar datos (solo lectura de ciertos endpoints públicos), mientras que la **interfaz privada** sí permite operaciones de creación/edición con autenticación. En términos de despliegue, las aplicaciones web pueden estar alojadas en la nube (p. ej., en AWS) detrás de servicios de entrega de contenido (CDN) para una carga rápida global.
- **Diagrama de Flujo de Certificación:** Representa las etapas secuenciales por las que pasa un despacho desde su preparación hasta su validación final. Esto incluye hitos como: *Onboarding* inicial del proveedor en el sistema (carga de documentos legales, configuración de embalajes, habilitación de cuenta), registro de un nuevo despacho (ingreso de datos y auto-cálculo de peso), impresión y pegado del **código QR** en el envío, transporte y recepción, y finalmente la inspección/escaneo en destino que cierra el ciclo con la confirmación de trazabilidad. Este flujo involucra tanto acciones del usuario (input de datos, escaneo de código) como procesos automatizados del sistema (cálculos, generación de hash, notificaciones). Se enfatiza que tras la recepción, los datos del despacho quedan disponibles para auditoría y generación de reportes consolidados.

Diagrama esquemático de los módulos y flujo de integración de SICREP. Se ilustran las distintas capas: base de datos (MongoDB), caché (Redis), almacenamiento de archivos (S3), núcleo de servicios API y capa de blockchain (Polygon). Además, se muestran las interacciones entre la plataforma SICREP (usuarios proveedores, auditores, administradores) y la plataforma PasaporteDigitalREP (consulta pública), indicando cómo un despacho registrado genera un código QR/NFC cuyos datos quedan disponibles tanto para certificación interna como para verificación externa.

7. Módulos del Sistema

La plataforma SICREP está organizada en módulos funcionales bien definidos, que reflejan las etapas y necesidades del proceso de cumplimiento REP. A continuación, se describen los módulos principales: desde el registro inicial de proveedores, pasando por el seguimiento de materiales, hasta la emisión de certificados y el monitoreo mediante dashboards.

7.1 Registro de Proveedores

El módulo de **Registro de Proveedores** permite a una empresa ingresar al sistema SICREP y configurar su perfil inicial para comenzar a utilizar el servicio. Este proceso de *onboarding* es 100% en línea y toma

alrededor de 20-30 minutos en completarse ²⁶ ²⁷. En primer lugar, el representante del proveedor accede a la página de registro (app.sicrep.cl/registro) y crea una cuenta de usuario, proporcionando su correo electrónico y contraseña, o utilizando mecanismos de autenticación federada si están disponibles. Luego, se solicita la información de la **empresa**: razón social, RUT (Rol Único Tributario) – el cual el sistema valida automáticamente contra la base de datos fiscal (SII) para evitar errores de ingreso ²⁸ – giro o rubro de la empresa, y datos de contacto (dirección, teléfono, persona responsable). Como parte del registro, el proveedor debe **subir ciertos documentos obligatorios** en formato PDF: por ejemplo, el *certificado de inscripción en el RETC*, algún comprobante de que no tiene sanciones vigentes de la SMA, entre otros ²⁹. Estos documentos respaldan que la empresa ya cuenta con los registros gubernamentales necesarios antes de certificarse.

Una vez validada la información básica, el sistema genera un código interno único para la empresa (denominado **Código de Productor SICREP, CPS**), y pasa a la etapa de configuración técnica inicial ³⁰. En esta etapa, el proveedor define sus **tipos de envases o embalajes principales** que utiliza en sus despachos habituales. Por ejemplo, podría registrar que utiliza: *cajas de cartón corrugado* de ciertas dimensiones con cierto peso unitario, *película stretch de plástico* de determinado calibre, *palets de madera* nuevos o reutilizados, etc. Para cada tipo de embalaje, se ingresan atributos técnicos como peso unitario, material (plástico, cartón, metal, etc.), y si aplica, un factor de densidad o conversión (especialmente en plásticos, para convertir dimensiones a peso) ³⁰. Con estos datos, SICREP crea las “**fichas técnicas**” de cada embalaje y les asigna un identificador CPS (por ejemplo, CPS-C-001 para un tipo de caja de cartón, CPS-P-002 para un tipo de pallet). Estos identificadores se emplearán luego al registrar despachos, facilitando la selección rápida y el cálculo automático de pesos.

Antes de concluir el registro, el sistema ofrece al nuevo usuario una breve **capacitación express** sobre el uso de la plataforma ³¹. Esto incluye videos tutoriales integrados (de ~2-3 minutos) sobre cómo generar un certificado con QR para un despacho, cómo interpretar las estadísticas del dashboard de cumplimiento, etc., así como una guía rápida descargable ³². Incluso se puede incorporar un mini-cuestionario de validación para asegurarse de que el usuario comprendió los aspectos clave (por ejemplo, 5 preguntas básicas con un mínimo de aciertos para continuar). Tras esta inducción, la cuenta del proveedor queda completamente activa en SICREP, otorgándole acceso inmediato a un conjunto inicial de “**créditos**” de QR (códigos disponibles para usar en sus primeros despachos) y a su panel de control operativo ³³.

En resumen, el módulo de Registro de Proveedores establece la base para la operación: recopila la información legal y técnica del nuevo cliente, **parametriza el sistema** según sus embalajes y le prepara para empezar a certificar despachos con rapidez. Este proceso es fundamental para garantizar que los datos utilizados en cálculos y certificaciones posteriores sean exactos (e.j., pesos unitarios verificados) y que la empresa entienda sus obligaciones. Toda la información ingresada en esta fase queda almacenada en la base de datos y asociada al usuario, y puede ser actualizada posteriormente (por ejemplo, agregar un nuevo tipo de envase si la empresa lo comienza a usar, o actualizar un documento en caso de renovación anual).

7.2 Cálculo de Material y Seguimiento de Envases

El módulo de **Cálculo de Material** es el corazón operativo diario de SICREP, donde se gestionan los despachos de envases y se realiza el seguimiento de los materiales puestos en el mercado por cada proveedor. Cada vez que el proveedor va a enviar un lote de productos con sus respectivos embalajes a un cliente (por ejemplo, a una faena minera), debe registrar en SICREP los detalles de ese **despacho**. La plataforma simplifica enormemente esta tarea: en la sección de “Nuevo Despacho”, el usuario selecciona de listas desplegables los tipos de embalaje previamente configurados (por ejemplo: 50 unidades de *cajas de cartón tipo X*, 1 unidad de *pallet de madera tipo Y*) e ingresa la cantidad de cada uno

¹⁹. Inmediatamente, el sistema calcula el **peso total** de cada material sumando el peso unitario multiplicado por la cantidad, aplicando factores técnicos cuando corresponda (p. ej., para plásticos se usan estándares como ISO 1043 o ASTM D792 para densidades, incorporados en las fórmulas) ³⁴. El resultado es que el usuario obtiene automáticamente, sin necesidad de cálculos manuales, el peso total de cartón, plástico, madera, etc., en ese despacho con tres decimales de precisión ³⁴. Este algoritmo garantiza uniformidad y exactitud, reduciendo errores humanos en la cuantificación de los residuos generados.

Una vez ingresados los datos de embalajes, el proveedor completa información básica del despacho: identifica a su **cliente receptor** (seleccionable de una lista si previamente agregado), la **fecha/hora** de salida (que puede tomar por defecto la actual), y referencia del envío (como el número de guía de despacho o pedido). Al guardar esta información, el despacho queda **registrado** en el sistema con un ID único (ejemplo de formato: SICREP-20251031-ABC123). A partir de ese momento, el sistema asigna un estado "Pendiente" o "En proceso" al despacho y genera un **código QR** (y al mismo tiempo un código NFC utilizable) que representa a ese despacho ¹⁸. Ese código QR es lo que se imprime y adhiere físicamente al envío. En paralelo, el **hash criptográfico** del identificador del despacho se almacena en la blockchain (ver sección 8) añadiendo una capa extra de seguridad.

El módulo de cálculo no solo sirve para cada despacho individual, sino que alimenta el **acumulado de materiales** que la empresa ha enviado en el año. El sistema SICREP lleva un conteo automatizado de los kilogramos por material (plástico, papel/cartón, metal, madera, etc.) que cada proveedor ha colocado en el mercado industrial, comparándolo con las **metas y obligaciones** que le apliquen. Por ejemplo, si la regulación establece ciertos porcentajes de reciclaje o si la empresa participa en un sistema colectivo, estos datos de salida son fundamentales. El panel (ver 7.4) mostrará al proveedor cuánto lleva acumulado del año en cada categoría, emitiendo alertas configurables, como por ejemplo cuando se aproxima al umbral de 300 kg en total (si era un exento que puede dejar de serlo) ³⁵. Asimismo, esta base de datos de despachos alimenta los **reportes automáticos**: al cierre de cada año calendario, el módulo de reportería en SICREP puede generar el informe para el RETC con todos los datos de envases declarados, desglosados por material, listo para enviar a la autoridad ⁶.

En cuanto al **seguimiento de envases**, este módulo también interactúa con PasaporteDigitalREP: cada despacho registrado obtiene su "pasaporte" que terceros pueden consultar. Internamente, cada vez que un QR es escaneado externamente, el sistema marca en la base de datos que hubo una verificación y quién la hizo (si se requiere login para ciertas consultas avanzadas). Esto brinda trazabilidad de consulta: se sabe si un despacho fue efectivamente revisado por el cliente o por fiscalización, sumando valor en términos de auditoría. Para completar, cabe señalar que si un despacho registrado no es finalmente enviado o sufre modificaciones, el sistema permite **anular o editar** el registro antes de su certificación final, manteniendo un historial de cambios. Todo esto convierte al módulo de cálculo y seguimiento en una herramienta robusta que **automatiza la gestión de datos** de envases, ahorrando tiempo y minimizando riesgos de error. De hecho, en análisis internos, se estimó que SICREP reduce de ~40 horas a apenas ~2 horas anuales el tiempo que una microempresa dedica a consolidar datos manualmente, gracias a estas automatizaciones ³⁶ – un incremento notable en eficiencia operativa.

7.3 Certificación y Emisión de Certificados REP

El módulo de **Certificación** es el encargado de formalizar el cumplimiento y emitir el **Sello de Certificación SICREP** propiamente tal. Este módulo involucra tanto procesos automáticos como intervenciones de agentes humanos (auditores) para garantizar la integridad de la certificación. Su

funcionamiento se puede dividir en dos grandes partes: **solicitud de certificación** y **validación/emisión**.

- **Solicitud de Certificación:** Cuando un proveedor ha registrado sus despachos y desea obtener su certificado ambiental (por ejemplo, para cumplir con su auditoría anual o para presentarlo a un cliente), inicia una solicitud a través de la plataforma. El sistema SICREP recopila toda la información necesaria: el historial de despachos del período, los datos de la empresa, y habilita un espacio para que el proveedor suba **documentación complementaria** requerida para la auditoría. Esta documentación puede incluir contratos con gestores de residuos, comprobantes de valorización o reciclaje de materiales, fotografías de almacenamiento o procesos, registros de capacitación del personal, etc., según los criterios definidos por la entidad certificadora. La plataforma guía al usuario con una lista de chequeo de documentos requeridos (pudiendo basarse en manuales como REP Xpress) para asegurarse de que proporcione todo lo necesario. Cada archivo cargado es almacenado de forma segura (en S3) y asociado a la solicitud ³⁷. Una vez completada la carga, el proveedor envía la solicitud, quedando esta con estado "En revisión".
- **Validación por Auditor ECA:** Aquí entra en juego el rol del **auditor**, que es parte del equipo de la Entidad Certificadora Acreditada que opera SICREP. Mediante su propio acceso (rol *auditor*), esta persona revisa la solicitud, examina los documentos aportados y verifica los datos de despachos registrados. El auditor puede realizar cruces de información, por ejemplo, asegurarse de que los totales reportados concuerden con los documentos de disposición final, o que la empresa efectivamente está inscrita en los registros oficiales. En caso de dudas, puede solicitar información adicional al proveedor a través de la misma plataforma (el sistema notifica y habilita cargar aclaraciones). Además, algunos procesos de auditoría pueden estar **automatizados o semi-automatizados**: por ejemplo, la plataforma podría calcular un puntaje preliminar de cumplimiento en base a los datos (un *scoring* respecto a criterios), que el auditor luego confirma o ajusta. Si la auditoría incluye una visita en terreno, esa información (fecha, observaciones, fotos) también queda registrada en el módulo para tener un expediente completo ³⁸.
- **Emisión del Certificado:** Una vez que el auditor certificador está satisfecho con la conformidad de la empresa, procede a **emitir el certificado REP** en el sistema. Esto cambia el estado de la solicitud a "Certificado – Aprobado" y genera un **documento PDF** oficial que contiene los detalles de la certificación: nombre de la empresa certificada, periodo de certificación (por lo general la vigencia es de 12 meses), puntaje o resultado de la evaluación (si se utiliza un sistema de puntaje), nivel obtenido (por ejemplo, Certificado/Apto, o categorías de sello Verde/Amarillo/Rojo si aplicaran), fecha de emisión y expiración, y firmas digitales del comité certificador. El certificado lleva el logo del Sello SICREP y un código único. Simultáneamente, el sistema registra en la blockchain un **hash** correspondiente al certificado para que cualquier tercero pueda verificar su autenticidad de forma independiente ³⁹. De hecho, el certificado PDF suele incluir un código QR que al ser escaneado dirige al PasaporteDigitalREP o a un verificador donde se confirma que ese certificado está registrado en blockchain. Toda esta operación es rápida: gracias a la plataforma, una empresa puede obtener su certificación en cuestión de días (SICREP promociona un plazo de ~5 días para proveedores menores, en contraste con procesos manuales que demorarían mucho más) ².
- **Registro y Renovación:** El certificado emitido queda asociado al perfil de la empresa en SICREP. En el **panel de control** el proveedor verá su estado como "**Certificado**" y podrá descargar copias del certificado o compartir un enlace con clientes. El sistema también programa recordatorios automáticos de vencimiento; antes de que caduque (12 meses típico), notifica a la empresa para iniciar el proceso de renovación. La renovación suele ser más ágil (aprovechando datos ya existentes, solo actualizando lo nuevo). Si una empresa no renueva o incumple posteriormente

(ej.: se detecta un fraude o recibe sanción de SMA en vigencia), el sistema puede **revocar o suspender** el certificado, lo que queda reflejado tanto internamente como en las consultas de PasaporteDigitalREP (donde un sello revocado aparecería como inválido). Todos estos controles están incorporados en el módulo para mantener la integridad y confianza en el Sello SICREP.

En resumen, el módulo de certificación transforma los datos operativos en **credibilidad ambiental**: traduce el seguimiento de kilos y evidencias en un documento oficial de cumplimiento. Gracias a la integración de tecnología, cada certificado emitido puede ser verificado en cualquier momento contra la blockchain, ya que el contrato inteligente **CertificadoREP** almacena un identificador hash que corresponde exactamente al certificado emitido, permitiendo confirmar su validez e integridad ³⁹. Esto brinda un nivel de **inmutabilidad** antes imposible de lograr con certificados en papel tradicionales.

7.4 Panel de Control y Dashboard de Cumplimiento

El módulo de **Panel de Control** brinda a los usuarios una visualización centralizada de su estado de cumplimiento y herramientas de monitoreo en forma de **dashboard interactivo**. Este panel es personalizable según el rol del usuario que ingresa:

- **Para el Proveedor (empresa certificada):** Al acceder a SICREP, la empresa ve un resumen ejecutivo de sus indicadores clave: por ejemplo, un gráfico del porcentaje de su meta REP anual alcanzada (en cuanto a recolección/valorización si aplica), el total de kg de cada material de envase despachado en el año vs. el año anterior, y su estado de certificación (vigente, en proceso de renovación, etc.). También se muestran alertas importantes: si se acerca la fecha de renovación de su certificado, si está próximo a exceder algún umbral (p. ej., 80% del límite de 300 kg para microempresas exentas, como alerta para prepararse a cumplir obligaciones mayores) ³⁵, o si falta cargar algún documento requerido. El panel tiene secciones con **reportes descargables**: por ejemplo, el **Reporte RETC** anual consolidado se genera automáticamente – el proveedor puede revisarlo en pantalla (verificar los datos por material) y luego exportarlo en PDF o en el formato requerido para presentarlo a la autoridad ⁴⁰. Otro componente es el **dashboard ESG** (ambiental, social y de gobernanza) donde la empresa puede ver cuántos despachos “verdes” ha logrado, equivalencias (por ejemplo “X kg de plástico reciclado equivalen a Y árboles salvados” u otras métricas de impacto, si se incorporan para valor agregado) ⁴⁰. La idea es que el proveedor no solo use SICREP como obligación, sino también obtenga **insights** que le ayuden a mejorar su desempeño ambiental.
- **Para el Cliente Industrial (minera u otra gran empresa):** Existe también un panel dedicado para los **consumidores industriales** que utilizan SICREP para monitorear a sus proveedores. Por ejemplo, una minera que invite a sus proveedores a certificarse en SICREP puede tener un acceso donde ve un **consolidado de cumplimiento de todos sus proveedores**. El panel mostraría una lista o tabla de los proveedores asociados a esa minera y su estado: quiénes ya tienen Sello SICREP vigente (en verde), quiénes están en proceso (amarillo), quiénes no cumplen o no están registrados (rojo). También podría ver métricas agregadas: total de residuos de envases generados en su cadena de suministro (suma de todos los despachos recibidos) y porcentaje de éstos con trazabilidad certificada. Esta funcionalidad de “dashboard para el cliente” facilita el **due diligence automatizado** – la empresa consumidora puede demostrar a sus stakeholders o auditorías que monitorea activamente la cadena de valor y exige cumplimiento (lo que reduce también su riesgo legal) ⁴¹. Los datos consolidados por minera se presentan en **reportes específicos de cumplimiento**, disponibles en la sección de reportería (`GET /api/reportes/cumplimiento/:minera`) ⁴⁰.

- **Para Auditores y Administradores:** Los auditores cuentan con un panel que les ayuda a gestionar las solicitudes de certificación pendientes, agendar visitas a terreno si son necesarias, y revisar estadísticas de evaluaciones (por ejemplo, cuántos certificados se han emitido en cierto periodo, promedios de puntajes, etc.). Por su parte, los **administradores** del sistema (personal de SICREP) tienen la visión más completa: pueden configurar parámetros globales (p.ej., actualizar la lista de documentos requeridos, ajustar factores de cálculo de peso si la normativa cambia, gestionar usuarios y roles), así como ver métricas de uso de la plataforma. Un administrador podría ver el **número de empresas registradas**, distribución por sectores, número de despachos registrados por mes, tasa de renovación de certificados, entre otros indicadores que sirven para mejora continua de la plataforma. Herramientas de administración también incluyen la capacidad de intervenir en casos especiales (por ejemplo, suspender una cuenta si se detecta mal uso, reactivar un usuario, etc.).

En términos de **tecnología**, el panel de control está desarrollado con componentes gráficos interactivos (por ejemplo, gráficas D3.js o librerías como Chart.js) integrados en la aplicación web. Utiliza llamadas a los endpoints de reportería y datos agregados en el backend para poblar los gráficos en tiempo real. También aprovecha la base de datos para consultas específicas – algunos cálculos intensivos se generan bajo demanda pero muchos son **pre-calculados** (por ejemplo, la generación del reporte RETC anual ocurre una vez al año y luego simplemente se almacena para descarga). El panel es esencial para convertir la gran cantidad de datos recopilados por SICREP en **información útil y utilizable** por sus usuarios. Además, refuerza uno de los objetivos principales del sistema: la **transparencia**. A nivel interno, cada usuario ve claramente dónde está en términos de cumplimiento y qué se ha hecho, lo que promueve la toma de acciones proactivas (ej.: si un proveedor ve en su dashboard que está bajo en cierto aspecto, puede mejorar antes de la auditoría).

En suma, el módulo de Panel de Control y Dashboard provee la **visión ejecutiva** y de seguimiento continuo necesaria para que tanto los proveedores como los consumidores industriales gestionen la trazabilidad de envases de manera eficiente y orientada a resultados. Es la interfaz que traduce los datos brutos en conocimiento práctico, asegurando que la plataforma no sea solo un repositorio de información sino un **sistema de gestión ambiental activo**.

8. Tecnología de Innovación: NFC y Blockchain para Trazabilidad

Uno de los elementos más innovadores y potencialmente patentables del sistema SICREP es la combinación del uso de **tecnología NFC** con **blockchain** para lograr una trazabilidad robusta e inviolable de los envases y embalajes. A continuación, se detalla cómo se integran estas tecnologías y el valor que aportan al sistema:

- **Identificación por NFC/QR:** Cada lote de envases despachado se identifica mediante un código único, materializado tanto en un **código QR** imprimible como en un **tag NFC**. La etiqueta física que se coloca en los embalajes puede incorporar ambas tecnologías: un código QR visible para lectura óptica y un pequeño chip NFC programado con el mismo identificador único. Esto permite flexibilidad en la lectura: personal de bodega o inspectores pueden escanear el QR con la cámara de un smartphone, o simplemente acercar un dispositivo habilitado con NFC para leer la información. El identificador único almacenado (ya sea en el código de barras 2D o en el chip) corresponde a la clave del despacho en la base de datos SICREP, por lo que al leerlo se accede inmediatamente a la “ficha” del despacho en PasaporteDigitalREP¹⁰. La ventaja del **NFC** es que permite lecturas muy rápidas y sin necesidad de enfoque de cámara, incluso podría integrarse en procesos automatizados (por ejemplo, un arco o portal de lectura NFC en el ingreso de materiales a la planta minera para validar cargas). Además, los **tags NFC** pueden venir en

formatos robustos (etiquetas autoadhesivas resistentes, o tarjetas) adecuados para entornos industriales.

- **Registro inmutable en Blockchain:** Por cada despacho registrado, y especialmente en el momento de generar un certificado, SICREP ejecuta una transacción en una **red blockchain pública (Polygon)** donde invoca un *smart contract*. El contrato inteligente – denominado, por ejemplo, **CertificadoREP** – expone funciones como `registrarHash(id, hash)`^{42 43}. SICREP envía el identificador único del despacho o certificado junto con un **hash criptográfico** calculado sobre sus datos principales (por ejemplo, un hash SHA-256 del contenido del certificado PDF). Esta transacción queda grabada en la blockchain y devuelve un identificador (hash de transacción) que SICREP almacena asociado al despacho. Gracias a esto, cualquier tercero puede, usando herramientas de exploración de la blockchain, comprobar que para el ID dado existe un registro con fecha y hora que coincide con el emitido por SICREP. En términos prácticos, esto asegura que los datos de trazabilidad **no puedan ser alterados subrepticiamente**: si alguien intentara modificar un certificado o falsificar información de un despacho, el hash no coincidiría con el valor almacenado en la red pública, evidenciando la discrepancia. La blockchain actúa así como un **notario distribuido** que valida la integridad temporal de la información. SICREP utiliza Polygon (una cadena compatible con Ethereum) por su eficiencia y bajos costos, operando inicialmente en la red de prueba Mumbai durante la fase piloto y con miras a utilizar la red principal una vez en producción comercial. El volumen de datos registrado es mínimo (solo hashes alfanuméricos), por lo que el costo y huella de carbono de estas transacciones es muy bajo comparado con el valor de confianza añadido.

Diagrama ilustrativo de la integración NFC y Blockchain en SICREP. Se muestra cómo cada despacho lleva una etiqueta física (QR/NFC) con un ID único, que al ser escaneada permite acceder a su registro en PasaporteDigitalREP. Paralelamente, el sistema SICREP registra el hash criptográfico de ese ID y datos del despacho en la blockchain (red Polygon), de tal manera que cualquier intento de manipulación pueda detectarse al comparar con el registro inmutable. Esta convergencia de tecnologías asegura una trazabilidad transparente y confiable de extremo a extremo.

- **Trazabilidad de Ciclo Cerrado:** La sinergia NFC+Blockchain permite, a futuro, implementar un seguimiento más allá de la entrega inicial. Por ejemplo, imaginemos que ciertos envases (como contenedores metálicos o bins plásticos) son retornables: cada vez que regresen vacíos al proveedor para ser reutilizados, su tag NFC podría ser leído y registrado, construyendo un historial de múltiples ciclos de uso vinculado al mismo ID. La blockchain serviría para verificar el número de ciclos. Incluso se podría integrar con sensores IoT vía NFC (por ejemplo, que registren peso al retornar) para alimentar automáticamente datos de reciclaje real. Estas son posibilidades de innovación incremental basadas en la infraestructura instalada.

En resumen, la incorporación de **NFC** otorga facilidad y rapidez en la captura de datos en terreno (evitando errores de transcripción y permitiendo integraciones físicas), mientras que la **blockchain** proporciona una capa de **seguridad y confianza** adicional al proceso de certificación. Esta combinación es pionera en el ámbito de gestión de residuos industriales en Chile y representa un importante diferenciador tecnológico de SICREP frente a enfoques tradicionales. Cabe destacar que los elementos de esta arquitectura están siendo documentados para potencial protección intelectual (patentes o secretos industriales), dado que integran de manera única tecnologías emergentes para resolver una brecha específica de cumplimiento ambiental.

9. Beneficios Diferenciadores del Sistema (Trazabilidad, Transparencia, Cumplimiento, Eficiencia)

El sistema SICREP, con su sello de certificación y plataformas asociadas, ofrece una serie de **beneficios diferenciadores** tanto para los proveedores que lo implementan como para los clientes industriales y el marco regulatorio en general. A continuación, se destacan los principales beneficios, alineados con los pilares de trazabilidad, transparencia, cumplimiento normativo y eficiencia operativa:

- **Trazabilidad Integral:** SICREP proporciona una **trazabilidad completa de los envases** desde su origen hasta su destino y eventual valorización. Cada despacho queda identificado de forma única y puede ser rastreado en todo momento. Esto resuelve un problema crítico ya que, previo a SICREP, la mayoría de los pequeños proveedores carecían de sistemas técnicos para dar seguimiento a sus residuos de envases ⁴⁴. Con SICREP, el proveedor registra qué envases entregó, en qué cantidad y a quién, y esa información viaja con el producto (gracias al QR/NFC) hasta el receptor final. Cualquier actor autorizado puede verificar la cadena, evitando pérdida de información o extravío de residuos. La trazabilidad está fortalecida por la tecnología blockchain (ver sección 8), que garantiza que dicha trazabilidad sea **inmutable** e infalsificable ³⁹. Este nivel de trazabilidad supera las prácticas convencionales (por ejemplo, planillas Excel o guías en papel), posicionando a las empresas certificadas con SICREP en un estándar superior de control ambiental.
- **Transparencia y Confianza:** Un beneficio clave es la **transparencia** que aporta el sistema. A través de PasaporteDigitalREP, la información de cumplimiento está disponible de manera transparente para quien necesite consultarla (respetando niveles de acceso). Las empresas pueden demostrar a sus clientes y a las autoridades, con evidencia en línea y en tiempo real, cómo están gestionando sus obligaciones REP. Esto genera **confianza** en la relación comercial: por ejemplo, una minera puede confiar en que su proveedor de insumos está gestionando responsablemente los embalajes, porque no solo tiene un certificado anual, sino que puede monitorear despacho a despacho en la plataforma ⁴⁵. Asimismo, de cara a la autoridad ambiental, la transparencia de SICREP simplifica fiscalizaciones: en vez de largas inspecciones, un fiscalizador podría revisar aleatoriamente algunos despachos escaneando QR y viendo toda la documentación respaldatoria ya cargada en el sistema. La transparencia también implica **equidad**: todos los datos clave (pesos, materiales, certificados) quedan registrados objetivamente, reduciendo posibilidades de discrecionalidad o manipulación. En definitiva, SICREP actúa como un tercero confiable que da fe de la información, lo que mejora notablemente la confianza de la industria en los datos reportados (un estudio identificó que 0% de los pequeños proveedores contaba con trazabilidad digital antes, y la introducción de SICREP cierra esa brecha) ⁴⁶.
- **Cumplimiento Normativo Asegurado:** El diseño de SICREP está intrínsecamente ligado a los requisitos legales de la Ley REP, por lo que usar SICREP prácticamente garantiza que la empresa cumplirá con sus obligaciones normativas de forma adecuada y a tiempo. Por ejemplo, el sistema genera automáticamente los **reportes para RETC**, evitando omisiones o errores en la declaración anual ⁶. También notifica al usuario sobre hitos normativos: desde recordar fechas límite hasta validar que el usuario haya adjuntado todos los documentos requeridos por la legislación (como comprobantes de adhesión a un Sistema de Gestión colectivo, si aplica). Además, el hecho de que la certificación sea realizada por una ECA acreditada le da **valididad legal** al resultado – no es una auto-declaración de la empresa, sino un certificado respaldado por un ente autorizado, lo que cumple con la exigencia de auditoría independiente que establecen las instrucciones de la SMA. Este respaldo se traduce en **reducción del riesgo legal**: las empresas

que usan SICREP minimizan la posibilidad de incurrir en sanciones, pues están sistemáticamente cumpliendo y guardando evidencia de ello. De hecho, mediante SICREP se evita la posibilidad de multas que podrían llegar hasta del orden de 10.000 UTA (unos \$6,2 millones CLP) por incumplimientos, protegiendo así la salud financiera y reputacional de la empresa ⁴¹. En suma, SICREP funciona como un “**acompañante de cumplimiento**”, guiando y asegurando que el proveedor haga lo correcto conforme a la normativa, en vez de que éste navegue solo y con riesgo de errores.

- **Eficiencia Operativa:** Implementar SICREP conlleva importantes eficiencias en la gestión operativa y administrativa. Automatiza procesos que antes eran manuales y propensos a error – por ejemplo, el cálculo de pesos de envases o la consolidación de datos para reportes. Como se mencionó, una microempresa típica invertía decenas de horas al año intentando cumplir (con riesgo de inexactitud); con SICREP ese esfuerzo se reduce a unas pocas horas supervisando un sistema automatizado ³⁶. Esto libera tiempo al personal para enfocarse en actividades productivas del negocio principal. Asimismo, la plataforma centraliza en un solo lugar lo que antes implicaba múltiples sistemas: hojas de cálculo, documentos dispersos, comunicaciones con auditores, etc. Al tener todo en SICREP, se mejora la **organización y orden**. Por otra parte, la **digitalización** de la información (ej. QR en vez de formularios físicos) agiliza las operaciones logísticas: la recepción de materiales en las faenas es más rápida al escanear y validar al instante, comparado con revisar papeleo. También el intercambio de información entre proveedor y cliente es más eficiente – por ejemplo, si el cliente necesita un informe de todos los envases recibidos en el trimestre, puede obtenerlo del sistema sin solicitar al proveedor que lo elabore manualmente. La eficiencia también se extiende al proceso de auditoría/certificación: al estar gran parte de la evidencia recopilada en tiempo real durante el año, la labor del auditor es más rápida y focalizada, lo que permite que la emisión del certificado sea expedita (días en lugar de semanas) ². En definitiva, SICREP transforma una obligación compleja en un proceso sencillo y **optimizado**, reduciendo costos operativos y aumentando la confiabilidad de la información.
- **Ventaja Competitiva y Acceso a Mercado:** Más allá de los beneficios técnicos, es importante mencionar el valor estratégico: las empresas que obtienen el Sello SICREP adquieren una **ventaja competitiva**. En industrias como la minera, contar con certificación ambiental de trazabilidad se está volviendo un criterio para la selección de proveedores. A través de SICREP, incluso pequeñas empresas locales pueden equipararse a estándares exigidos por grandes corporaciones, demostrando profesionalismo y cumplimiento. Esto les **abre puertas a nuevos contratos y licitaciones** que de otro modo les estarían vedados ¹. El marketplace implícito de SICREP (donde los proveedores certificados son visibles y confiables) puede generar nuevas oportunidades comerciales, actuando casi como un sello de calidad ambiental. Las grandes mineras, a su vez, se benefician al disminuir su riesgo reputacional y legal al trabajar con proveedores certificados – algo cada vez más valorado por inversionistas y mercados internacionales comprometidos con ESG.

En suma, los diferenciadores de SICREP se traducen en beneficios tangibles: *trazabilidad total, transparencia en la información, garantía de cumplimiento normativo y mejoras en la eficiencia*; todo lo cual redunda en **reducción de riesgos** y **creación de valor** para todos los involucrados en la cadena de suministro de envases. Estos atributos posicionan a SICREP no solo como una herramienta de cumplimiento, sino como un habilitador de **cambio positivo** hacia una economía circular más responsable y tecnificada.

10. Fuentes y Referencias Normativas

A continuación se listan las fuentes de información y referencias normativas utilizadas en la elaboración de este manual, las cuales respaldan y complementan los contenidos expuestos:

1. **Sitio Oficial SICREP:** Sección “¿Qué es SICREP?” y beneficios del sistema, que detalla obligaciones legales de productores menores a 300 kg, multas por incumplimiento y ventajas del servicio [4](#) [47](#).
2. **Ley 20.920 y DS N°12/2020 (Envases y Embalajes):** Marco legal de Responsabilidad Extendida del Productor en Chile. Referencia al umbral de 300 kg/año para quedar afecto a la ley [3](#) y obligaciones de declaración en RETC aun para pequeños productores [5](#).
3. **Estándar Internacional Copper Mark:** Descripción de la certificación Copper Mark como referente en producción responsable de cobre, destacando sus criterios ESG y reconocimiento global [9](#).
4. **Manual Técnico Estructural SICREP (Documentación Interna):** Descripciones de arquitectura de software, integración blockchain y API de SICREP [22](#) [39](#), así como definiciones de módulos (PasaporteDigitalREP, núcleo central, etc.) [10](#) [48](#).
5. **Documento “SICREP Modelo de Negocio/Operacional v2.0” (2025):** Datos de análisis de brechas y beneficios: reducción de horas de gestión manual, porcentaje de proveedores sin trazabilidad previa, reducción de riesgo de multas, etc. [49](#) [36](#). Incluye también flujos de procesos end-to-end y algoritmos de cálculo de peso de embalajes [50](#) [34](#).
6. **Resoluciones y Reglamentos REP:** Instrucciones para Entidades Técnicas de Certificación Ambiental (ECA) y otras directrices emanadas del Ministerio del Medio Ambiente relacionados con la implementación de la Ley REP (por ej., Res. Ex. 2084/2024 MMA que acredita a SICREP como ECA #001).
7. **Manuales de Buenas Prácticas REP:** Guías como el **Manual REP Xpress** y otros documentos de evaluación (p. ej., checklist de cumplimiento) que complementan la metodología de certificación utilizada por SICREP, asegurando alineamiento con estándares nacionales de auditoría REP.

Todas las anteriores han sido consideradas para asegurar que el Sello de Certificación SICREP se integre armónicamente en el contexto legal chileno y refleje las mejores prácticas internacionales y locales en materia de trazabilidad y certificación ambiental. Los usuarios de este manual pueden referirse a estas fuentes para profundizar en aspectos específicos o para verificar la información normativa correspondiente.

[1](#) [2](#) [4](#) [6](#) [7](#) [8](#) [47](#) SICREP - Sistema Integral de Certificación REP

<https://www.sicrep.cl/>

[3](#) Descripción Ley REP - PROREP

<https://prorep.cl/descripcion-ley-rep/>

[5](#) Ley Chile - Decreto 12 (16-mar-2021) M. del Medio Ambiente - Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1157019>

[9](#) Copper Mark – Emere Consulting

https://emereconsulting.cl/copper_mark/

[10](#) [11](#) [12](#) [13](#) [14](#) [15](#) [16](#) [17](#) [22](#) [23](#) [24](#) [25](#) [37](#) [39](#) [48](#) manual_tecnico_estructural.md

<file:///NCJRD3ZSGcgtP7dVnsFFTS>

[18](#) [19](#) [20](#) [21](#) [26](#) [27](#) [28](#) [29](#) [30](#) [31](#) [32](#) [33](#) [34](#) [35](#) [50](#) SICREP-Modelo-Completo-Negocio-Operacional-Sistema.pdf

file:///file_00000000738071f59f2a3df323bd9bfc

[36](#) [38](#) [40](#) [41](#) [42](#) [43](#) [44](#) [45](#) [46](#) [49](#) SICREP-Modelo-Completo-Negocio-Operacional-Sistema.pdf

file:///file_00000000380c720e97986cb26b1b6cec