



Ministerio de
Salud

Gobierno de Chile



Experiencia abordaje objetivo Energía

Auditorías Energéticas en Hospitales Públicos



Servicio Salud del Reloncaví
Chile



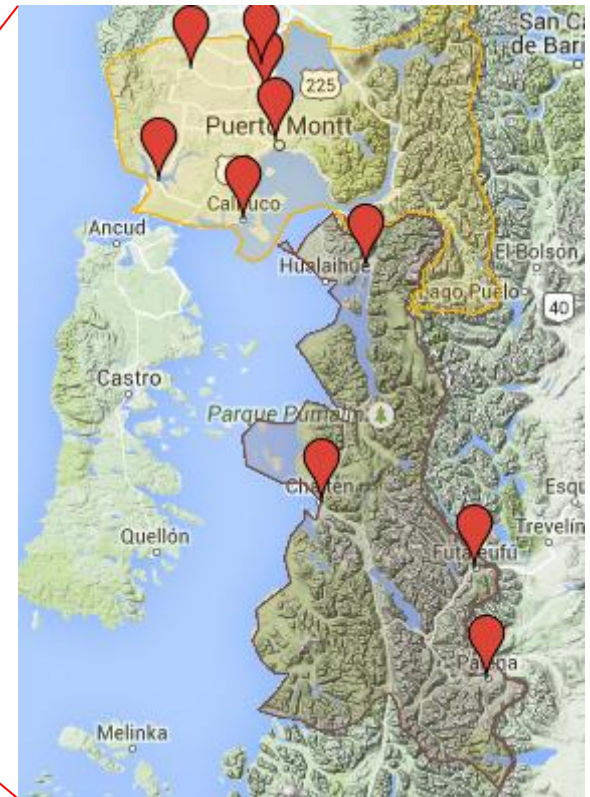
Betsabé Jofré Sotomayor
Ingeniero Ambiental
Servicio de Salud del Reloncaví

21 Septiembre, 2015



Servicio de Salud del Reloncaví

- ✓ Articula funcionamiento de 10 Hospitales en la X Región, al sur de Chile.
- ✓ 9 Hospitales de baja complejidad y 1 de alta.
- ✓ Zona muy accidentada geográficamente por presencia de lagos, ríos, archipiélagos, sitios montañosos, lo que dificulta su conectividad y provisión de insumos a los recintos hospitalarios pequeños.
- ✓ La mayor parte del año se destaca por clima muy frío y lluvioso.

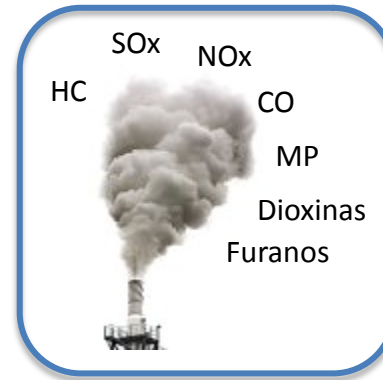
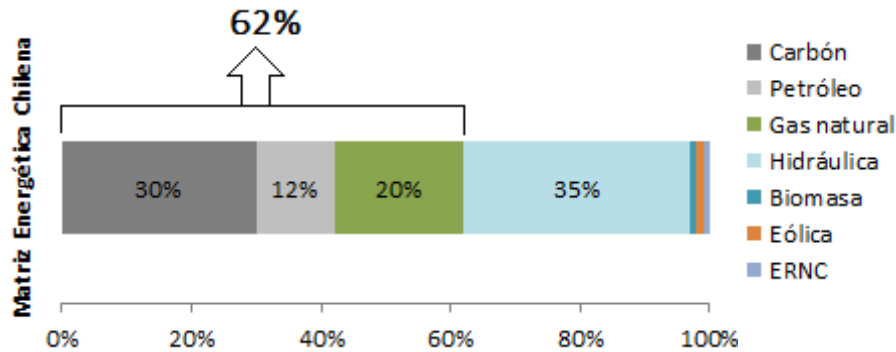




Escenario Eléctrico Chile

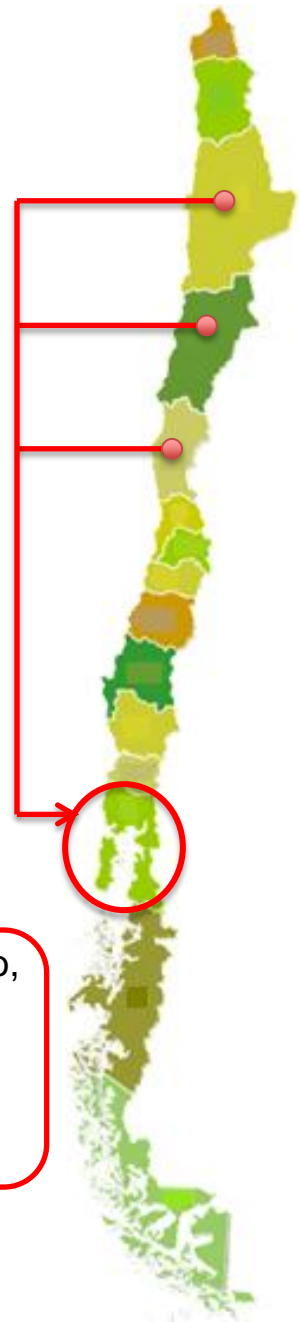
2014 Implementación Agenda HV y S
Obligatorio objetivo Energía

- 62% de la Energía eléctrica en Chile generada con combustibles fósiles en termoeléctricas.



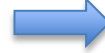
- Déficit producción energético regional 30%.
- Sector salud consume el 15% del total de la energía del sector público (240 GWh/año, cifra alta comparada con estándares internacionales. Alto consumo no se relaciona con un estándar de confort elevado).
- Infraestructura energética obsoleta y con mantenciones precarias.

→ Muchas oportunidades de mejora!





Escenario Térmico Local



93% de la calefacción es en base a leña (biomasa forestal).

Hospitales utilizan Calderas a leña



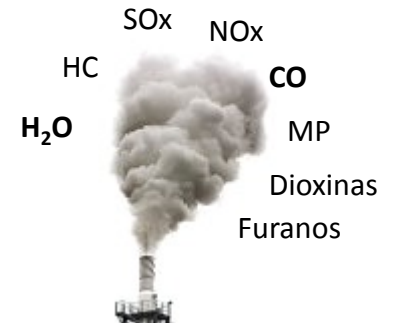
Vapor 

Agua caliente sanitaria 

Calefacción 

Eficiencia de combustión depende del % de humedad de la leña.

Leña húmeda mayor polución.



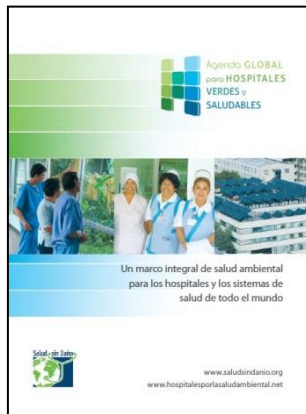


¿Cómo se abordó?



Sensato, prudente y objetivo...

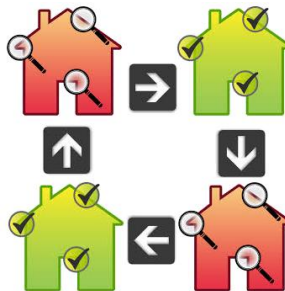
Establecer la situación inicial, diagnóstico que permitiera determinar las causas del problema.



“Realizar **auditorías energéticas** periódicas y utilizar los resultados como base de programas de creación de conciencia y de modernización”.

Determina donde se debe centrar el trabajo futuro si se desea conseguir ahorros energéticos significativos

Punto de comparación



Mejora continua...



PASO 1: Definir el alcance de la auditoría

• Alcance teórico

• Objetivo

1

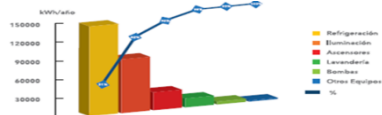
Evaluar eficiencia de las calderas



- Gráfico comparativo hospitales involucrados.
- Búsqueda local de las soluciones (Comité HVS).
- Sistema de competencia aumento de eficiencia.

2

Levantamiento sistemas
consumidores energía eléctrica



- Identificar el sistema eléctrico más consumidor. Elaboración de estrategia para abordarlo.

3

Elaborar indicadores consumo
eléctrico



- Indicadores.
- Gráfico comparativo hospitales involucrados.
- Competencia disminución de consumo eléctrico.



PASO 2: Definir metodología a utilizar

1. Evaluar eficiencia de las calderas (Balance de Energía)

$$\frac{Q_{\text{recibido agua}}}{Q_{\text{entregado leña}} = \eta$$

Razón entre el calor generado por la leña y el calor efectivamente recibido por el agua

$Q = \text{Calor}$

$\eta = \text{Eficiencia caldera}$

Caldera Agua Caliente

$$Q_{\text{recib. agua}} = F_{\text{agua}} * C_p * (T_f - T_i)$$

$$\frac{Kj}{h} = \left(\frac{Kg}{h} \right) * \cancel{C} * \left(\frac{Kj}{h} \right)$$

C_p = Calor específico

Caldera Vapor

$$Q_{\text{recib. agua}} = F_{\text{agua}} * [\lambda_{\text{evap. agua}} + C_p * (T_f - T_i)]$$

$$\frac{Kj}{h} = \left(\frac{Kg}{h} \right) * \left[\frac{Kj}{Kg} + \frac{Kcal}{Kg} * \cancel{C} \right]$$

$\lambda_{\text{evap. agua}}$ = Calor latente

$Kcal = 4,18 Kj$



Bibliografía



Terreno



Contabilidad



Diseño



Higrómetro

$$Q_{\text{generado leña}} = Q_{\text{combustion leña}} - Q_{\text{evaporacion humedad leña}}$$

$$Q_{\text{combustion leña}} = F_{\text{leña}} * \Delta H_{\text{leña}}$$

$$\frac{Kj}{h} = \frac{Kg}{h} * \frac{Kj}{Kg}$$

$$Q_{\text{evap.humedad leña}} = F_{\text{agua en leña}} [\lambda_{\text{evap. agua}} + C_p (T_f - T_i)]$$

$$\frac{Kj}{h} = \frac{Kg}{h} \left[\frac{Kj}{Kg} + \frac{Kcal}{\cancel{^{\circ}C} Kg} * \cancel{^{\circ}C} \right]$$

$\Delta H_{\text{leña}}$ = Calor de reacción

C_p = Calor específico

$\lambda_{\text{evap.}}$ = Calor latente
agua

$Kcal = 4,18 Kj$



Bibliografía



Terreno



Contabilidad



Diseño



Recolección de datos para evaluar eficiencia caldera



Datos de entrada

Entrevistas
personal de
caldera.

+

Consumo leña
último año

+

Consulta manuales
de las calderas

+

Visita en terreno de
la caldera

+

Consulta de
bibliografía

Procesamiento



Consolidación de los
datos en planilla
Excel y
procesamiento de los
mismos a través del
uso de fórmulas

Resultados

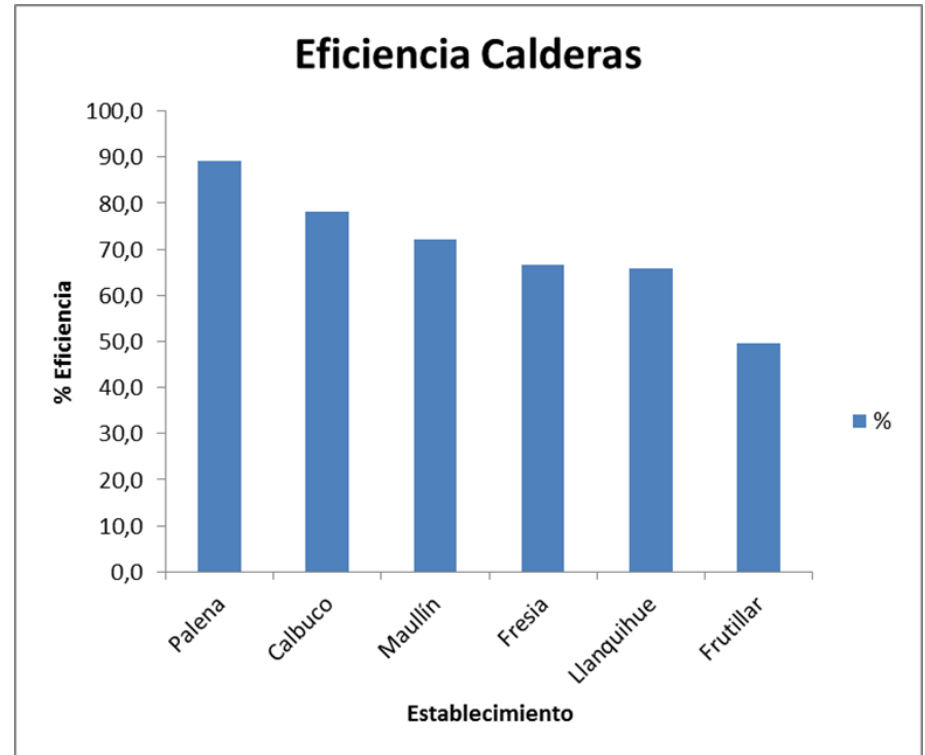
**Eficiencia
Caldera**

$\% \eta$



Resultados

Se solicitó a cada comité HVS evaluar localmente cómo aumentar la eficiencia de su caldera



- Las bajas eficiencias se asocian al uso de leña húmeda, donde se pierde calor de calefacción en evaporar el agua de la leña.
- Antigua data de las calderas y mantenciones deficientes disminuyen las eficiencias.



Levantamiento equipos consumidores de energía eléctrica

Datos de entrada

Placas de consumo de cada aparato eléctrico



+
Entrevistas personal usuario del equipo (tiempo de uso/día).

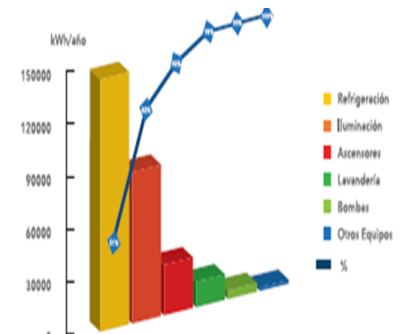
Procesamiento



Consolidación de los datos en planilla Excel y procesamiento de los mismos a través del uso de fórmulas

Resultados

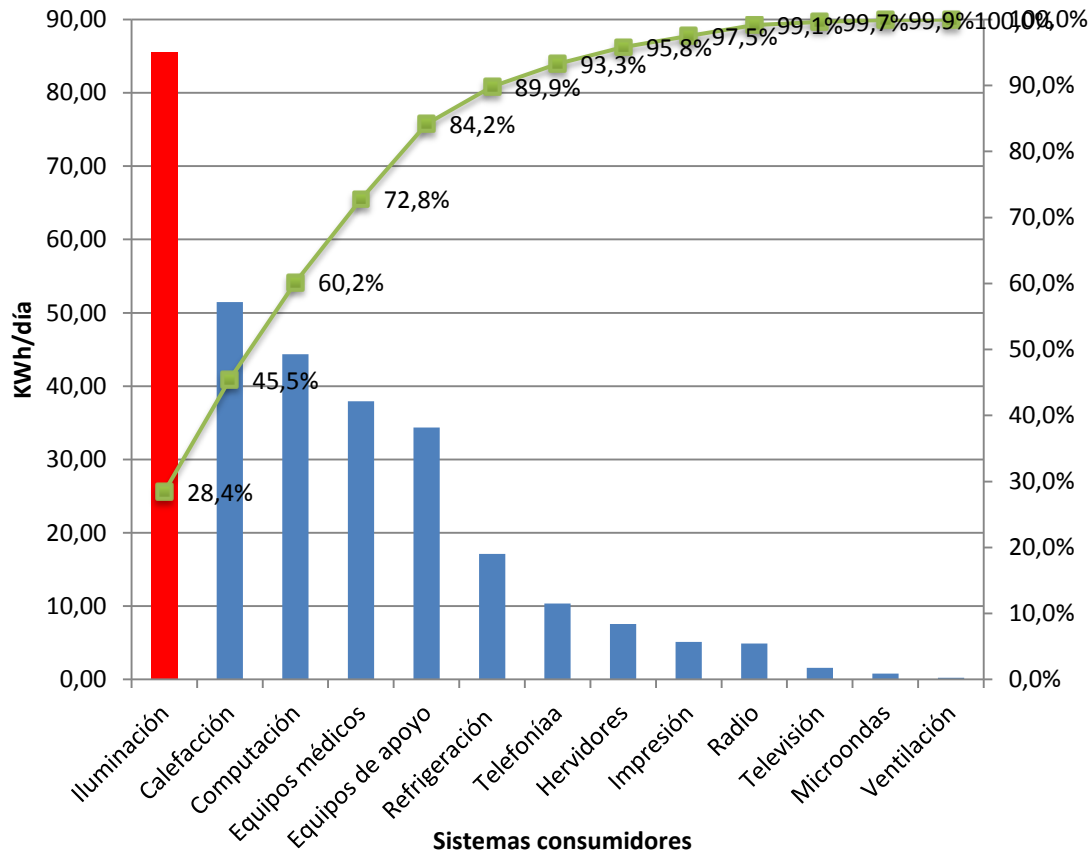
Gráfico que indica los equipos eléctricos más consumidores diferenciados por sistemas





Resultados

Sistemas Consumidores de Energía Hospital Fresia



80-20
(1906)

“El 80% de la solución radica en atacar el 20% del problema”



■ KWh/día

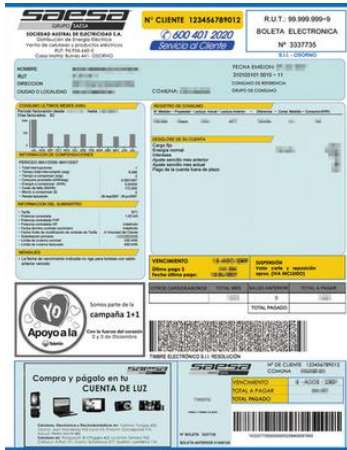
■ Consumo Acumulado

Para abordarlo se utilizó el principio de Pareto, generando medidas para abordar el 20% de los sistemas más consumidores de energía, obtendríamos un 80% de solución de nuestro problema (consumo energético excesivo).



3. Evaluar el consumo eléctrico del establecimiento

Datos de entrada



+

Planilla de datos	
Superficie	
Nº funcionarios	
Nº camas	

Procesamiento de datos



Consolidación de los datos en planilla Excel y procesamiento

Indicadores como resultados

$$\frac{KWh}{funcionario * año}$$

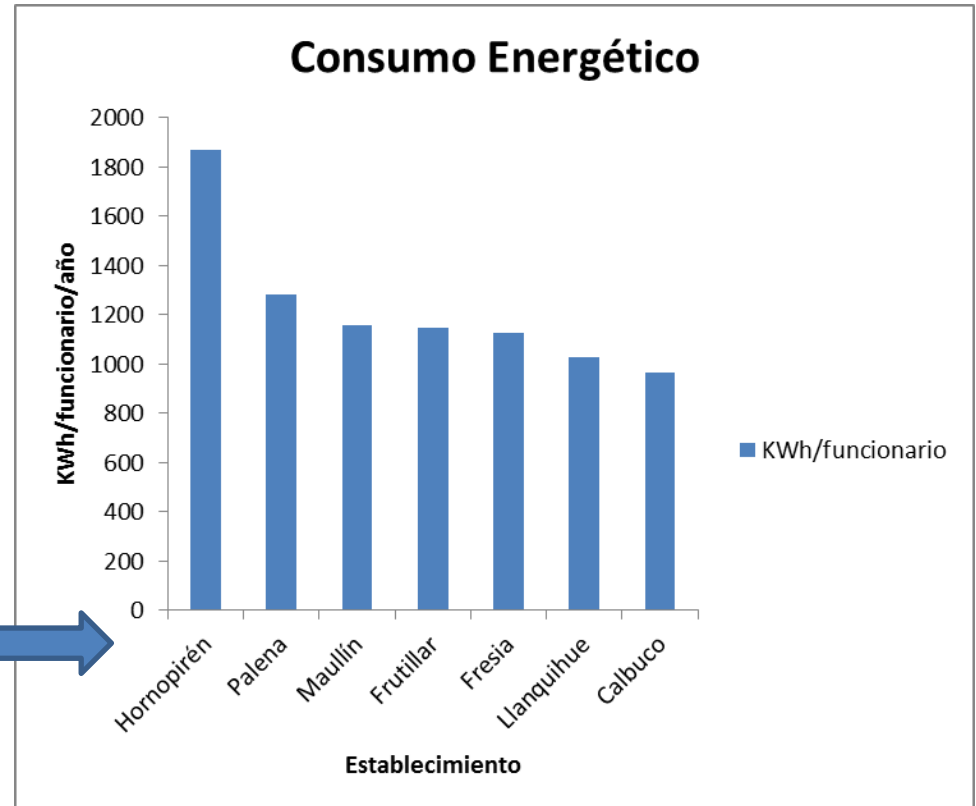
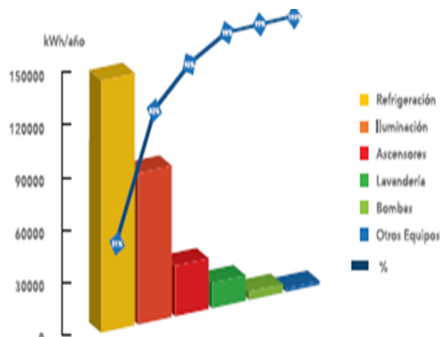
$$\frac{KWh}{m^2 * año}$$

Comparable



Resultados

Este gráfico permitirá evaluar a futuro si las medidas tomadas para atacar el consumo excesivos de los sistemas consumidores fueron eficientes



Se instauró un sistema de competencia entre establecimientos, a fin de premiar en el próximo periodo aquel que haya ahorrado un mayor porcentaje de energía eléctrica.



Cómo llevar a cabo las medidas propuestas

Recursos

1. Monetarios \$ → Cero

2. Humanos

Capacitar
Formar
Potenciar
Empoderar

Profesional sustentabilidad hospitalaria

Líder y Responsable

Comité HV y S

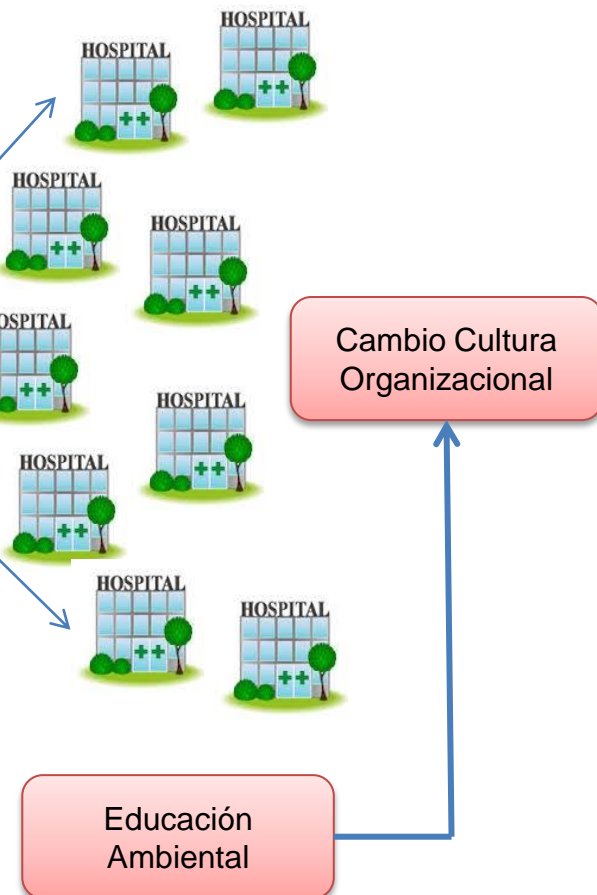
R
E
P
L
I
C
A
R

Cambio Cultura Organizacional

Trabajador de la salud comprenda los impactos ambientales adversos que se generan producto del funcionamiento del establecimiento

Concientizar a los funcionarios acerca de la importancia de establecer una relación amigable y armónica con el medio ambiente

Educación Ambiental





Ministerio de
Salud

Gobierno de Chile

Formación

Alianzas con otros entes gubernamentales con experiencia en el área:

1



Ministerio de
Energía

Gobierno de Chile

Jornada de trabajo de eficiencia energética
con especialistas en la materia



2



Cursos Online Gestor Energético

Elaboración auditoría energética en
Hospital de mayor envergadura.





Plan de trabajo

Proporción de apoyo documental, planillas de registro de actividades, estandarización de los reportes.

Solicitud de elaboración del plan de ahorro en función de: **Medidas Educativas**

1. Resultados de auditoría energética
2. Realidad del establecimiento
3. Aterrizado y abordable

Medidas Operacionales



Programar equipos
para suspensión
después de
inactividad



Recambio
iluminación LED



Campaña adhesivos
de concientización



Concurso de dibujo
hijos de funcionarios



Charlas de
concientización



Campaña box a box



Gobierno
de Chile

gob.cl



Frases para la reflexión...

“La Energía que menos contamina es aquella que no se usa o consume”. (E. Muñoz)

Luz que apagas, luz que no pagas.
(Anónimo)

“La Educación es el arma más poderosa que se puede usar para cambiar el mundo”.
(Nelson Mandela)



Ministerio de
Salud

Gobierno de Chile

JUNTOS, UN CHILE MEJOR