



**SUSTITUCIÓN DE CHILLERS POR SISTEMA DE AIRE
ACONDICIONADO CON TECNOLOGÍA DE
RECUPERACIÓN DE CALOR EN LOS MÓDULOS
HABITACIONALES DEL CAMPAMENTO PRINCIPAL DEL
CAMPO CAÑO LIMÓN**

**ANA MARÍA HERNÁNDEZ LÍPEZ
JHON ALEXANDER URIBE LÓPEZ**

MONOGRAFÍA

**Dr. Germán Oliveros
Director**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA
DE RECURSOS ENERGÉTICOS
PROMOCIÓN XV**

Bucaramanga

2013

SITUACIÓN ACTUAL

- Seis (6) módulos de campamento principal compuestos por 22 habitaciones cada uno, con una unidad tipo chiller de aire acondicionado y diez (10) calentadores eléctricos de agua para cada módulo.
- Obsolescencia tecnológica de los chillers y calentadores de agua instalados, con gran consumo de energía eléctrica y deterioro de la capa de ozono.
- Altos costos de mantenimiento preventivo y correctivo en los chillers y calentadores de agua instalados.



Unidad Chiller

Uno (1) por cada módulo habitacional

Capacidad 180.000 BTU/H

208 / 230 Vac

80.2 Amperios

Motor Fan No1

$\frac{3}{4}$ HP / 220 Vac

Motor Fan No2

$\frac{3}{4}$ HP / 220 Vac

Motobomba

3 HP / 220 Vac

Fancoils

12000 BTU/H enfriado por agua

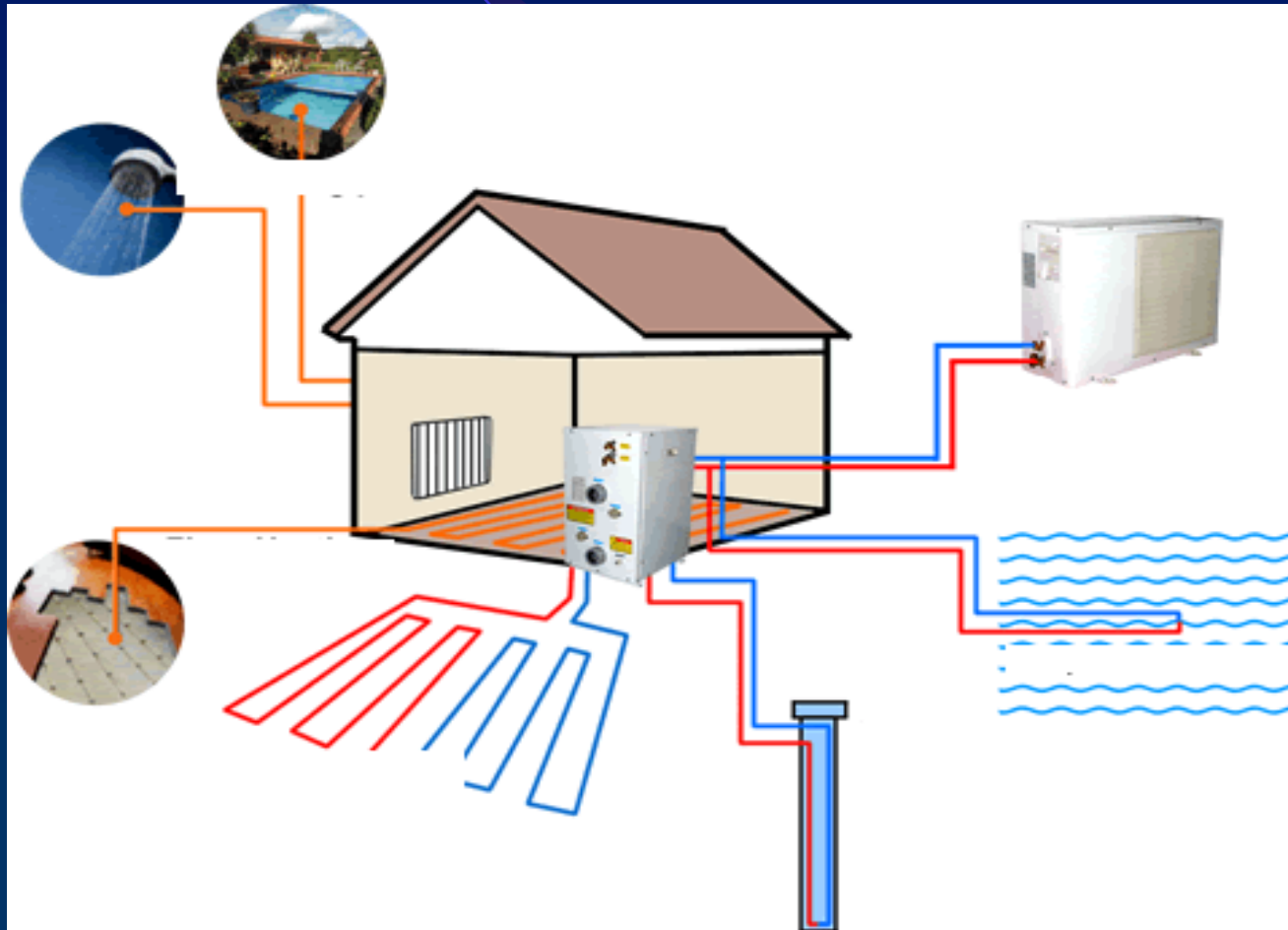
220 Vac / 1.2 A

Tanque de Enfriamiento

250 Litros de capacidad

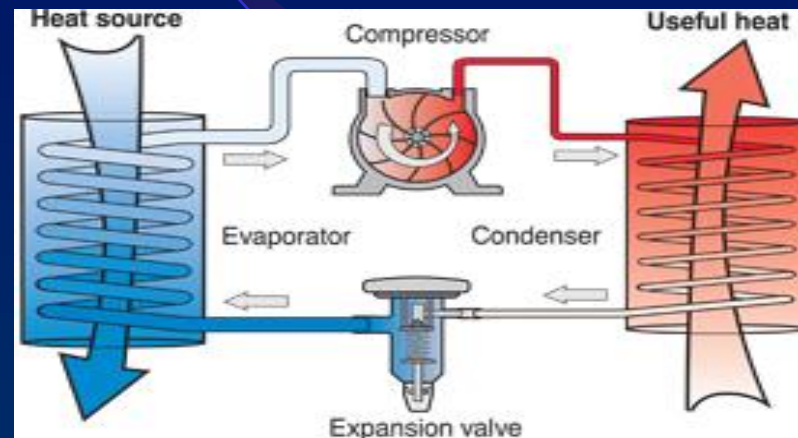
PROYECTO DE MEJORA

Sustitución de chillers por unidades de aire acondicionado energéticamente eficientes y amigables con el medio ambiente, e implementación de intercambiador de calor para aprovechar el aire caliente extraído de las habitaciones en el calentamiento del agua de las mismas.



BOMBA DE CALOR

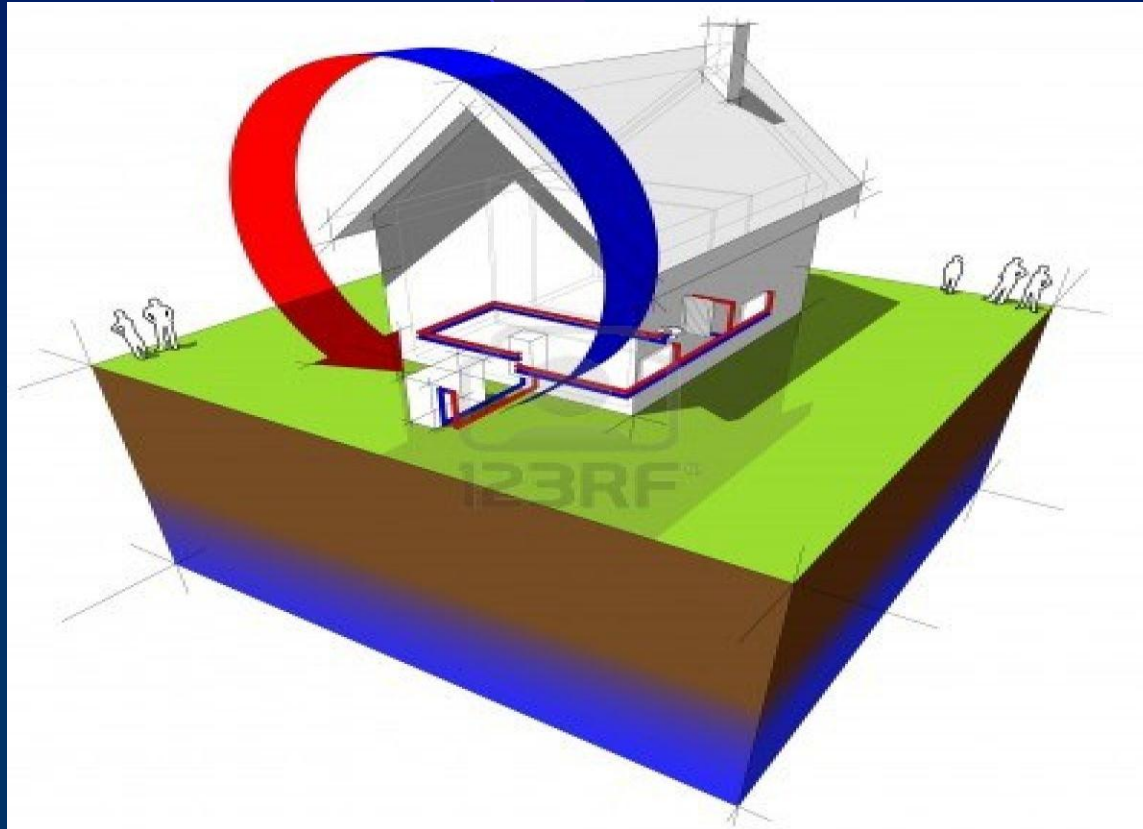
•La bomba de calor funciona transfiriendo energía de una gran cantidad de material que está a una temperatura relativamente baja a una cantidad inferior a una temperatura mucho mayor. Normalmente el primero de ellos es el subsuelo o el aire, y el segundo es el sistema de calefacción del edificio.



- Una bomba de calor típica tiene un COP (coefficient of performance) de entre dos y seis, dependiendo de la diferencia entre las temperaturas de ambos focos, el objetivo es tener un COP tan alto como sea posible.
- Normalmente el rendimiento estacional se encuentra entre el 2,5 y 4, lo que significa que las bombas de calor comerciales van a producir entre 2,5 y 4 veces más de energía térmica que la electricidad consumida.
- Los sistemas basados en Bombas de Calor aire-agua aprovechan la energía del ambiente para convertirla en frío, calor y agua caliente sanitaria (a.c.s.).
- El sistema se compone de 2 unidades, una unidad exterior con todos los elementos necesarios para poder absorber la energía de aire exterior y una unidad interior que posee un módulo hidráulico con distintas variantes en función del beneficio requerido: climatización o servicio de a.c.s.

BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL CAMBIO

- Actualización tecnológica de equipos con menor consumo de energía eléctrica en los módulos habitacionales.
- Disminución de la cantidad de horas hombre empleadas en mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de aire acondicionado y calentamiento de agua.
- Reducción de las emisiones de CO2 a la atmósfera producto de la operación de los chillers actualmente instalados.



VENTAJAS DE LA BOMBA DE CALOR FRENTE AL SISTEMA CHILLER

SISTEMA CHILLER	BOMBA DE CALOR
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mayor consumo de energía. ▪ Perdida de calor disipado. ▪ Contaminación auditiva superior a estándares permisibles. ▪ Uso de refrigerantes contaminantes para el medio ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menor consumo de energía, debido a la alta eficiencia energética que permite ahorros en kW/h. ▪ Aprovechamiento de calor disipado, generación de agua caliente con el mismo sistema. ▪ Climatización integral con uso de recursos renovables. ▪ Bajo nivel de ruido con estándares permisibles. ▪ Uso de refrigerante ecológico.

Análisis Financiero

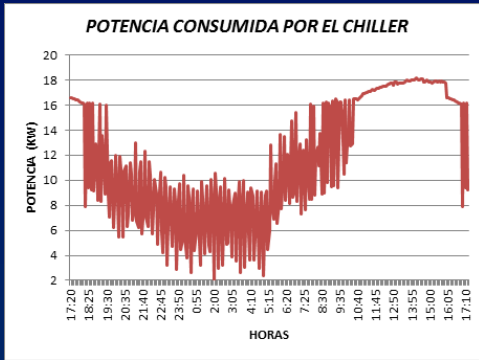
ALGUNAS PAUTAS PARA LA EVALUACION DEL PROYECTO

Datos

Costo del Capital	15%
Vida útil del proyecto (años)	20
Valor de Salvamento Maquinaria	5%
Impuesto a la renta	25%

PAUTAS: COSTOS ACTUALES DE ENERGÍA Y MANTENIMIENTO

ENERGÍA



	Energía diaria consumida [kWh]	Valor mensual de la energía [\$\$\$]*	Valor anual de la energía [\$\$\$]*
CHILLER	282	\$ 1.223.217	\$ 14.678.610
10 CALENTADORES	23	\$ 98.381	\$ 1.180.574
22 FAN COILS	77	\$ 334.277	\$ 4.011.328
<u>TOTALES</u>	382	\$ 1.655.876	\$ 19.870.512

El costo promedio de la compra de energía a ISAGEN es de Col\$ 144.446,00 / MWH

MANTENIMIENTO

<i>Preventivo</i>				
	Cantidad HH Técnico II	Frecuencia del mnto (días)	Costo del mantenimiento mensual*	Costo del mnto anual*
Equipo intervenido				
CHILLER	8	90	\$ 127.164	\$ 1.525.964
10 CALENTADORES	10	180	\$ 79.477	\$ 953.728
22 FAN COILS	88	180	\$ 699.400	\$ 8.392.802
<u>COSTO TOTAL MNTO PREVENTIVO</u>			\$ 906.041	\$ 10.872.494

Adicional sumar el mantenimiento correctivo = 20% mantenimiento preventivo
 Valor HH Tecnico II = Col \$ 47.686

INGRESOS OPERACIONALES

	Número de año	
Concepto	0 2013	1 2014
+Ingreso de Operación	32,92	34,82
+Ingresos Financieros Asociados	0,00	0,00
-Costos de Operación	-18,56	-19,59
-Intereses Crédito	0,00	0,00
-Depreciación		-3,85
=Ganacias Operativas Gravables	14,36	11,38
-Impuesto a la renta	-3,59	-2,84
+Ingreso Venta de Activos	0,00	0,00
=Ganacias Netas Contables	10,77	8,53
+Depreciación	0,00	3,85
-Costos de Inversión	-143,86	
-Inversiones Financieras Asociadas	0,00	0,00
+Crédito Recibido	0,00	0,00
-Amortización Crédito	0,00	0,00
+Valor Salvamento	0,00	0,00
=Flujo de Fondos Neto	-133,09	12,39

Costos
actuales de
energía y
mnto

•Para los costos de energía se considera un incremento en el kWh de 5% por año, teniendo en cuenta el incremento promedio del IPP (índice de precios al productor) del 2011 al 2012 igual a 5%.

•Para los costos de HH se considera un incremento anual del 7%, de acuerdo a los históricos de HH de mantenimiento en la empresa.

PAUTAS : COSTOS DE ENERGÍA Y MANTENIMIENTO SISTEMA PROPUESTO

ENERGÍA

	Energía diaria consumida [kWh]	Valor mensual de la energía [\$]*	Valor anual de la energía [\$]*
AA BOMBA DE CALOR	194	\$ 840.962	\$ 10.091.544
22 FAN COILS	58	\$ 250.708	\$ 3.008.496
<u>TOTALES</u>	252	\$ 1.091.670	\$ 13.100.040

- El costo promedio de la compra de energía a ISAGEN es de Col\$ 144.446,00 / MWH
 - La corriente nominal del equipo instalado actualmente es 80,2 A, la del equipo nuevo a instalar es de 55 A; Para curvas de utilización iguales para ambos equipos, la energía se reducirá en la proporción de la relación de las corrientes nominales de los equipos. Lo anterior también aplica para los fancoils, cuya corriente actual es de 1,2 A y para los nuevos equipos es de 0,9 A.
- Reducción de energía con nuevo equipo en funcionamiento = 32%**
Reducción de energía con nuevos fancoils en funcionamiento = 25%

MANTENIMIENTO

<i>Preventivo</i>				
	Cantidad HH Técnico I	Frecuencia del mnto (días)	Costo del mantenimiento mensual*	Costo del mnto anual*
AA BOMBA DE CALOR	8	180	\$ 63.582	\$ 762.982
22 FAN COILS	88	360	\$ 349.700	\$ 4.196.401
<u>COSTO TOTAL MNTO PREVENTIVO</u>			\$ 413.282	\$ 4.959.383

Adicional sumar el mantenimiento correctivo = 10% mantenimiento preventivo
 Valor HH Tecnico II = Col \$ 47.686

COSTOS OPERACIONALES

	Número de año	
Concepto	0 2013	1 2014
+Ingreso de Operación	32,92	34,82
+Ingresos Financieros Asociados	0,00	0,00
-Costos de Operación	-18,56	-19,59
-Intereses Crédito	0,00	0,00
-Depreciación		-3,85
=Ganacias Operativas Gravables	14,36	11,38
-Impuesto a la renta	-3,59	-2,84
+Ingreso Venta de Activos	0,00	0,00
=Ganacias Netas Contables	10,77	8,53
+Depreciación	0,00	3,85
-Costos de Inversión	-143,86	
-Inversiones Financieras Asociadas	0,00	0,00
+Crédito Recibido	0,00	0,00
-Amortización Crédito	0,00	0,00
+Valor Salvamento	0,00	0,00
=Flujo de Fondos Neto	-133,09	12,39

Costos de energía y mnto con sistema propuesto

•Para los costos de energía se considera un incremento en el kWh de 5% por año, teniendo en cuenta el incremento promedio del IPP (índice de precios al productor) del 2011 al 2012 igual a 5%.

•Para los costos de HH se considera un incremento anual del 7%, de acuerdo a los históricos de HH de mantenimiento en la empresa.

INVERSIÓN

	<i>Número de año</i>	
Concepto	0	1
	2013	2014
+Ingreso de Operación	32,92	34,82
+Ingresos Financieros Asociados	0,00	0,00
-Costos de Operación	-18,56	-19,59
-Intereses Crédito	0,00	0,00
-Depreciación		-3,85
=Ganacias Operativas Gravables	14,36	11,38
-Impuesto a la renta	-3,59	-2,84
+Ingreso Venta de Activos	0,00	0,00
=Ganacias Netas Contables	10,77	8,53
+Depreciación	0,00	3,85
-Costos de Inversión	-143,86	
-Inversiones Financieras Asociadas	0,00	0,00
+Crédito Recibido	0,00	0,00
-Amortización Crédito	0,00	0,00
+Valor Salvamento	0,00	0,00
=Flujo de Fondos Neto	-133,09	12,39

Inversión inicial



•INVERSIÓN = INVERSIÓN POR COMPRA DE EQUIPOS+ INVERSIÓN POR COMPRA DE REPUESTOS + INVERSIÓN POR CONSTRUCCIÓN

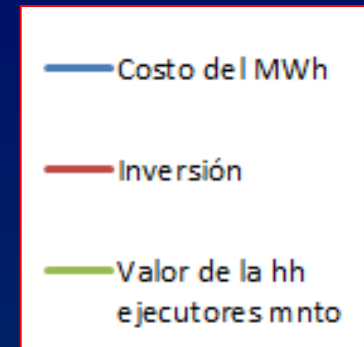
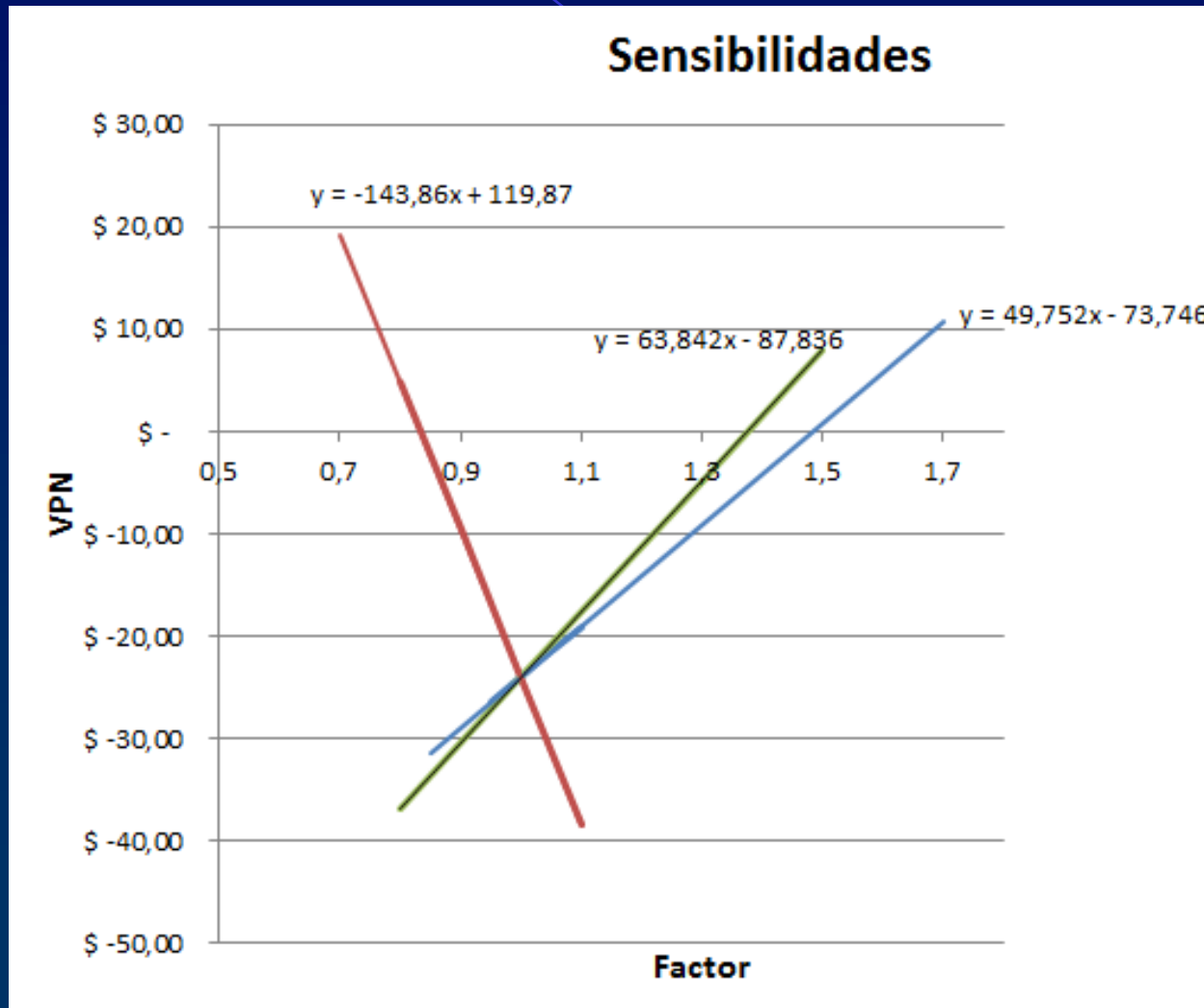
INDICADORES DE RENTABILIDAD DEL PROYECTO

INDICADORES DE LA LÍNEA BASE DEL PROYECTO		
VPN	\$	-23,99
TIR		12,26%
IVAN		-16,68%
RRN		-0,83%
MÁXIMO ENDEUDAMIENTO	\$	-133,09
PAY OUT		Mayor de 20 años

Cifras en Millones de pesos 2013

Tasa	VPN
0,0%	\$ 316,28
2,5%	\$ 200,79
5,0%	\$ 121,65
7,5%	\$ 66,21
10,0%	\$ 26,56
12,5%	\$ -2,41
15,0%	\$ -23,99
17,5%	\$ -40,39
20,0%	\$ -53,08
22,5%	\$ -63,07
25,0%	\$ -71,06
27,5%	\$ -77,55
30,0%	\$ -82,90

ANÁLISIS DE SENSIBILIDADES



SWITCH VALUES:	
SV Costo MWh:	1,48
SV Inversión:	0,83
SV Costo HH:	1,38

CONCLUSIONES

- **El VPN del proyecto es de – Col \$ 23'990.000**, para un WACC del 15% y una duración del proyecto de 20 años; y **la TIR es del 12,26%**. Considerando los resultados anteriores se puede llevar a cabo el proyecto con una reducción en la rentabilidad esperada del 2,74%.
- La variable que más afecta al proyecto es la inversión por módulo habitacional (Col \$ 143'864.595,00). Si esta se puede reducir en un 17% de su valor inicial, se obtendrían valores de VPN positivos.
- El valor de la energía no es una variable determinante en el comportamiento del VPN. Se requeriría un aumento de 48% en el costo actual del MWH para obtener un VPN positivo en el proyecto, escenario poco probable.
- La segunda variable en importancia que afecta al proyecto, es el valor de la HH del personal que ejecuta el mantenimiento en los equipos de aire acondicionado de los módulos habitacionales.