

ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA-FEPADE
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

INFORME ANUAL
PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN APLICADA
ITCA-FEPADE
2013
VOLUMEN 2



ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA-FEPADE
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

INFORME ANUAL
PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN APLICADA
ITCA-FEPADE
2013
VOLUMEN 2



AUTORIDADES

Rectora

Licda. Elsy Escolar Santo Domingo

Vicerrector Académico

Ing. José Armando Oliva Muñoz

Vicerrectora Técnica Administrativa

Inga. Frineé Violeta Castillo

COMPILACIÓN, REVISIÓN Y FORMATO DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

Ing. Mario Wilfredo Montes

Ing. David Emmanuel Agreda

Lic. Ernesto José Andrade

Sra. Edith Aracely Cardoza

607.3

I46 Informe Anual Programa de Investigación Aplicada ITCA-FEPADE 2013/
Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE. – Santa Tecla, El Salvador: ITCA-EDITORES, 2013.

Volumen 2 - 472 páginas: il. ; 28 cm.

ISSN: 2305-2112

1. Investigaciones 2. Energía Eólica 3. Energía Fotovoltaica 4. Eficiencia Energética 5. Logística 6. Reciclaje 7. Software 8. Automatización

I. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA – FEPADE

Esta es una publicación anual de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA – FEPADE, concebido para difundirlo entre la comunidad académica y el sector empresarial, como un aporte educativo de ITCA-FEPADE al desarrollo del país y no tiene uso comercial. El contenido del documento puede ser reproducido parcial o totalmente, previa autorización la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE o del autor. Para referirse al contenido, debe citar la fuente de información. El contenido de cada documento compilado es responsabilidad de los autores.

Sitio web: www.itca.edu.sv

Correo electrónico: biblioteca@itca.edu.sv

Tiraje: 16 ejemplares

PBX: (503) 2132 – 7400

FAX: (503) 2132 – 7423

ISSN: 2305-2112

Año 2013

CONTENIDO

		PÁGINA
1	ESTUDIO DE EFICIENCIA Y CALIDAD DE LA ENERGÍA GENERADA EN SISTEMA HIBRIDO EÓLICO-FOTOVOLTAICO	7
2	MODELO DE SOFTWARE PARA EL DESARROLLO DEL LENGUAJE EN PERSONAS CON CAPACIDADES ESPECIALES	27
3	MODELO GEORREFERENCIADO DE GESTIÓN DE QUEJAS Y DENUNCIAS CIUDADANAS ALCALDÍA DE SANTA TECLA	59
4	ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y PROPUESTA DE ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS INTEGRALES VIABLES ECONÓMICAMENTE PARA ITCA-FEPADE CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL	105
5	ANÁLISIS Y DESARROLLO DE TÉCNICAS LOGÍSTICAS EN ALMACÉN. ITCA - DELPIN LOGISTICS	251
6	DISEÑO Y DESARROLLO EXPERIMENTAL DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN UTILIZANDO PLÁSTICO RECICLADO	331
7	DESARROLLO DE ENTORNO DE REALIDAD AUMENTADA PARA LA CREACIÓN DE ESCENARIOS EDUCATIVOS	383
8	SISTEMA ELECTRÓNICO ADMINISTRATIVO Y OPTIMIZADOR DE RECURSOS ENERGÉTICOS EN EL MEGATEC ZACATECOLUCA	403

INTRODUCCIÓN

El Informe Anual Programa de Investigación Aplicada ITCA-FEPADE, para el año 2013, es una compilación de trabajos académicos elaborados por los diferentes docentes investigadores de las Escuelas Académicas de la Sede Central y de los Centros Regionales.

El objetivo de esta presentación es acercarse a la realidad nacional a través de soluciones a problemas y necesidades a través de la investigación científica del quehacer académico de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA–FEPADE.

La recopilación reúne variadas temáticas del quehacer tecnológico de ITCA–FEPADE, así como al publicar y difundir estos trabajos cumple con los objetivos del Ministerio de Educación, el promover la cultura y el saber al pueblo salvadoreño como los fines del Estado.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	9
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	10
ANTECEDENTES	10
JUSTIFICACIÓN.....	10
2. OBJETIVOS.....	11
OBJETIVO GENERAL	11
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3. HIPÓTESIS.....	11
4. MARCO DE LA INVESTIGACIÓN.....	11
5. RESULTADOS:	21
6. PRESUPUESTO	22
7. CONCLUSIONES.....	23
8. RECOMENDACIONES	24
9. GLOSARIO.....	24
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

1. INTRODUCCIÓN

Ante la necesidad de incursionar en los temas de energías renovables, la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE ha desarrollado el presente proyecto de investigación aplicada para estudiar las condiciones eólicas y solares de nuestro país y obtener un provecho de ellas.

Con el Sistema Fotovoltaico - Eólico instalado en la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, y en funcionamiento; se hace necesario el estudio de la producción de energía eléctrica, así como la eficiencia del sistema con respecto a las variables físicas ambientales. Estas variables cambian de una ciudad a otra, aún dentro del propio territorio nacional.

En este proyecto se relacionan los parámetros eléctricos del sistema con las condiciones atmosféricas específicas del lugar de su ubicación: La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE - Sede Central - Santa Tecla.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Aunque los paneles y equipos de los sistemas fotovoltaicos presentan una tendencia a la reducción de costos y la tecnología de los sistemas fotovoltaicos, éste ya es comercial.

La inversión en estos sistemas es todavía considerable, esto hace necesario estudiar el potencial de producción de energía eléctrica en puntos específicos en nuestro país.

ANTECEDENTES

En nuestro país se han realizado diversos estudios del potencial de la irradiación solar y del potencial eólico. Varias instituciones de educación superior u organizaciones públicas o privadas como la Universidad de El Salvador UES y la Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas” UCA han recabado y tabulado datos atmosféricos para la determinación de potencial de generación de energía eléctrica.

En el área eólica las contribuciones más importantes se limitan a estudios como el Wind Energy Potential Evaluation, SWERA, realizado en El Salvador con la colaboración del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales MARN y la UCA.

JUSTIFICACIÓN

El estudio de la eficiencia y producción de la energía eléctrica del sistema fotovoltaico y eólico permite una comparación de los costos de energía, en donde se presenta un panorama detallado de la producción con relación a factores ambientales determinantes de la producción energética.

3. OBJETIVOS

Objetivo General

- Implementar en el Laboratorio de Energías Renovables de ITCA-FEPADE, Santa Tecla un sistema de medición de parámetros; tanto eléctricos como ambientales, para la determinación de la eficiencia del generador fotovoltaico y eólico.

Objetivos Específicos

- Medir las variables atmosféricas relevantes en la producción eléctrica fotovoltaica y eólica, tales como irradiación, iluminación, velocidad del viento y temperatura.
- Determinar la energía disponible del arreglo de paneles fotovoltaicos.
- Calcular la eficiencia en la conversión de corriente directa a corriente alterna.
- Determinar la cantidad de energía eléctrica mensual en KW-h producida por el sistema fotovoltaico y eólico.

4. HIPÓTESIS

- Para las condiciones de temperatura de nuestro país, el cambio de esta variable no representa cambios significativos en la producción y eficiencia del sistema fotovoltaico y eólico.
- Los niveles de irradiación solar en nuestro país son óptimos.

5. MARCO DE LA INVESTIGACIÓN

El sistema fotovoltaico comprende 4 string (un string es un conjunto de paneles en serie) de 2 paneles haciendo un total de 8 paneles de 100 W cada uno. Cada string proporciona una corriente pico máxima de 5 A durante las 6 horas pico (9:30 de la mañana a 3:30 de la tarde) produciendo una capacidad total de $5 \text{ A} \times 6 \text{ h} \times 0.81 = 24.3 \text{ A-h}$, donde el valor 0.81 es un factor de pérdidas del panel fotovoltaico.

Ya que se cuenta con cuatro string, se tiene una capacidad diaria de $4 \times 24.3 \text{ A-h} = 97.2 \text{ A-h}$ diariamente. Si multiplicamos esta capacidad en A-h por el voltaje de trabajo de 24 V obtenemos la energía producida por los paneles en corriente directa: $24\text{V} \times 97.2 \text{ A-h} = 2332.8 \text{ W-h}$.

En la conversión a corriente alterna el inversor presenta una pérdida de energía, en este sentido, la eficiencia del inversor DC-AC es de 0.9 lo que nos da una energía neta en AC de $0.9 \times 2332.8 \text{ W-h} = 2099 \text{ W-h}$. Aproximando y usando el prefijo kilo tenemos entonces una producción diaria de energía de 2.1 KW-h por día. En un mes se ha producido una energía total de $2.1 \text{ KW} - \text{h} \times 30 \text{ días} = 63 \text{ KW-h}$.

Variables físicas

La estación meteorológica instalada en el Laboratorio de Energías Renovables permite la medición de la velocidad del viento, temperatura, iluminación, presión barométrica y acumulación pluvial.



Fig. 1. Estación meteorológica.

Viento

Mediciones de velocidad del viento en las instalaciones de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FAPADE arrojan promedios de 0.8 m/s lo que se traduce en un bajo potencial eólico, ocasionalmente en los meses de noviembre a enero cuando ocurren frentes fríos o vientos nortes se llegan a velocidades pico de 7 m/s, que si bien es cierto es una cantidad no despreciable, la duración y frecuencia de estos picos es muy pobre, teniendo una duración promedio de 3 a 5 segundos, comparando con la gráfica de potencia vs. viento proporcionada por el fabricante del aerogenerador se observa que la mayor parte del año el aerogenerador no alcanza la velocidad mínima de generación de potencia.

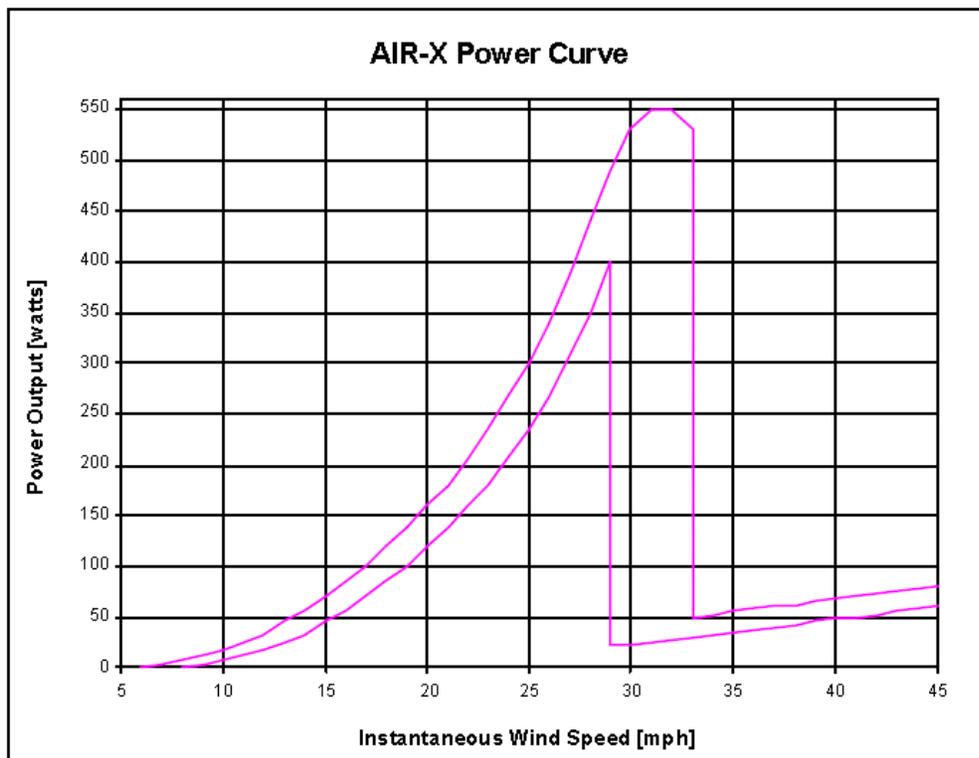


Fig. 2. Curva de Respuesta en Potencia del Aerogenerador instalado.

TECHNICAL SPECIFICATIONS

Rotor Diameter:	46 inches (1.17 meters)
Weight:	13 lb. (6kg)
Start up wind speed:	7 mph (3.0 m/s)
Rated Power:	400 watts at 28 mph (12.5 m/s)

Regulator Set Range: 12v 13.6V – 17.0V preset to 14.1v
 24v 27.2V – 34.0V preset to 28.2v

Recommended Fuse Size: 12v - 50 amps slow-blow
 24v - 30 amps slow-blow

La siguiente gráfica muestra las lecturas de viento en un día con vientos nortes moderados, en donde puede observarse una baja intensidad pero alta frecuencia de las ráfagas de viento.

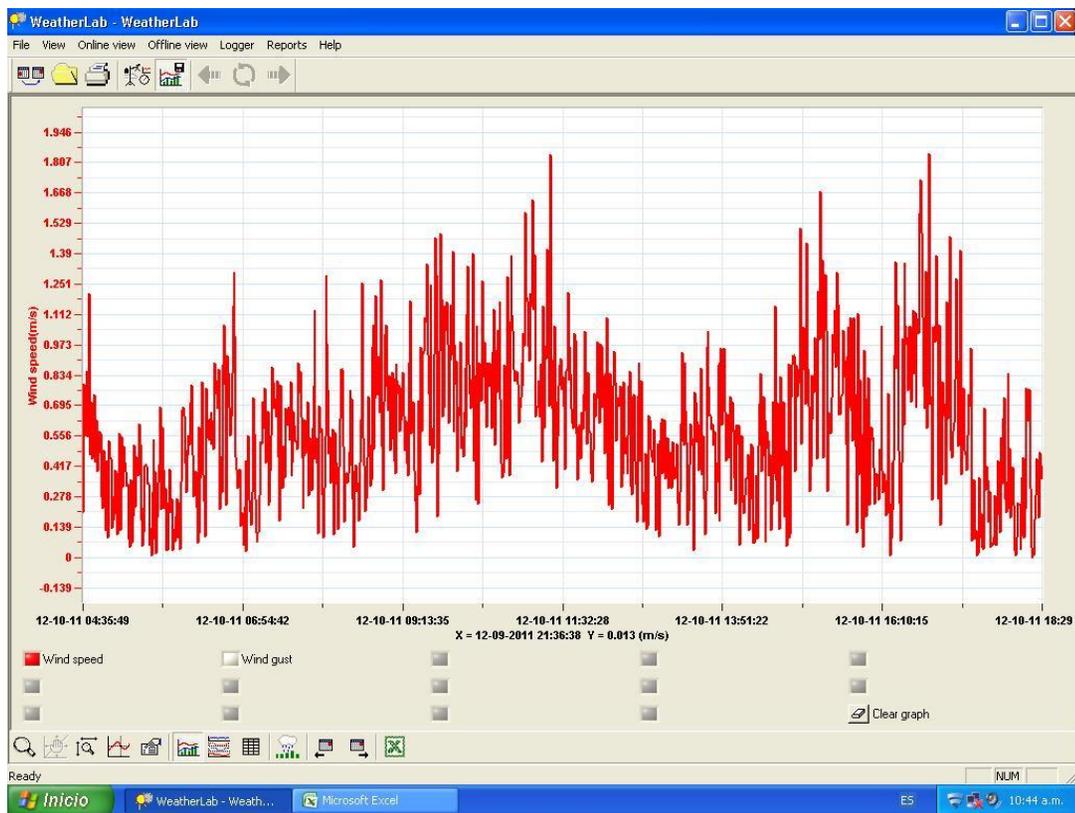


Fig. 3. Lecturas de viento de la estación meteorológica de ITCA-FEPADE.

Según el Consejo Nacional de Energía (CNE), la mayor parte del territorio nacional cuenta con poco potencial eólico con potencias menores a 200 W por metro cuadrado en torres de 30 metros de altura desde el suelo (Documento: The Project for Master Plan for the Development of Renewable Energy in the Republic of El Salvador Final Report, realizado por: JICA en el año 2012).

El Salvador no cuenta con zonas de altas velocidades de viento; las más altas estarían en la parte central norte con velocidades de 5 a 6 m/s. Existen algunos sitios en la zona occidental del país con valores altos de potencia y velocidad, por lo que no se descarta la colocación de aerogeneradores de gran potencia, en alturas superiores a los 50 msns. (Documento: Estimation of the solar and wind energy potentials of El Salvador <<Evaluación del Potencial Eólico y Solar en El Salvador>>, realizado: por UCA, MARN y SNET en el año 2005).

Producción solar y eficiencia de los módulos fotovoltaicos

La energía proveniente del sol que incide sobre la superficie terrestre es de 1000 W por metro cuadrado, pero la eficiencia de los módulos o paneles fotovoltaicos es de aproximadamente un 15%. (Con esta eficiencia, la potencia lograda es de 150 w / m², es decir; que se necesitan aproximadamente 7 metros cuadrados para obtener los 1000 Watts). Contando con un promedio anual de 5.9 horas efectivas de sol diarias tenemos una potencia del sol diaria de 5900 W por metro cuadrado o 5.9 KW por metro cuadrado. Así, las características de la región permiten obtener mucha energía eléctrica de los sistemas fotovoltaicos.

El parámetro estandarizado para clasificar la potencia de los paneles fotovoltaicos se denomina potencia pico, y se corresponde con la potencia máxima que el módulo puede entregar bajo unas condiciones estandarizadas, que son:

- Radiación de 1000 W/m²
- Temperatura de célula de 25°C (no temperatura ambiente).

En El Salvador el promedio anual de radiación solar es de 5 KW – hora / metro cuadrado. Obteniéndose la máxima radiación (5.9 KW-h / metro cuadrado) durante los meses de julio y agosto cuando el sol se encuentra perpendicular a la superficie de nuestro territorio.

Los valores mínimos de radiación se encuentran en los meses de diciembre y enero cuando los días son más cortos y el sol se ubica mayormente hacia el sur.

Cálculo de la irradiación solar diaria

Es posible calcular la irradiación directa para cada día específico según el número del día del año y el ángulo de la posición de latitud del sol. Con las siguientes fórmulas

$$\delta = 23.45 \sin \left[\frac{360}{365}(n - 81) \right]$$

Inclinación solar

$$\beta_N = 90^\circ - L + \delta$$

Angulo latitud de sol

$$\text{Air mass ratio } m = \frac{1}{\sin \beta}$$

$$A = 1160 + 75 \sin \left[\frac{360}{365}(n - 275) \right] \quad (\text{W/m}^2)$$

$$k = 0.174 + 0.035 \sin \left[\frac{360}{365}(n - 100) \right]$$

$$I_B = A e^{-km}$$

Fórmulas tomadas del manual Renewable and Efficient Electric Power Systems Gilbert M. Masters (John Wiley & Sons.,Publication) 2004 USA.

Donde;

- **L** es la inclinación solar es el ángulo formado entre el plano del ecuador y una línea trazada desde el centro del sol al centro de la tierra.
- **m** es la relación de masa de aire (es una medida de la porción de atmósfera que deben atravesar los rayos solares. Con el sol directamente vertical $m = 1$ y fuera de la atmósfera $m = 0$).
- El ángulo de latitud del sol β_N es el ángulo entre el sol y la horizontal local directamente bajo el sol a mediodía.
- **k** es la profundidad óptica.
- A** es el flujo aparente extraterrestre.
- I_B es la radiación directa en W / m^2 .

Por ejemplo, para la fecha de 5 de diciembre (día $n = 339$ del año), $L = 13.4$ grados en el norte y aplicando estos datos en las fórmulas anteriores obtenemos los siguientes valores:

Inclinación solar $d = - 10.5^\circ$ (el signo $-$ significa que el sol se encuentra mayormente en el hemisferio sur).

$$\beta_N = 66.1 \text{ grados}$$

$$m = \frac{1}{\text{sen } 66.1^\circ} = 1.09$$

$$A = 1226.89 \text{ W/m}^2$$

$$K = 0.145$$

$$I_B = 1,047 \text{ W/m}^2$$

Si asumimos 5 horas pico de sol, tenemos entonces un valor de $5,235 \text{ W/m}^2$

La irradiación solar incidente a un panel fotovoltaico está compuesta de la combinación de los rayos directos, la irradiación difusa debido a las nubes y la irradiación reflejada. El cálculo anterior es solamente para la irradiación directa.

Inclinación de Paneles fotovoltaicos

Por otra parte, éstas ecuaciones facilitan encontrar la inclinación óptima de los paneles en cada día.

Inclinación = $90 - \beta_N$ que para el día 339 nos da un ángulo de 23.9 grados respecto al plano horizontal local y el panel apuntando hacia el sur.

Una mayor eficiencia de los paneles se logra orientando el panel diariamente siguiendo la posición del sol, pero esto requiere de un sistema complejo que necesita energía (reduciendo la productividad y requiriendo un mantenimiento periódico debido a las partes mecánicas móviles). Así que en promedio, orientando el arreglo de paneles con una inclinación igual a la latitud local, que es de 13.4 grados para El Salvador, se obtiene una valiosa regla para conseguir una buena producción anual de energía.

Nuestro país se encuentra a una latitud y longitud de $13^\circ 42' \text{ N}$, $89^\circ 11' \text{ W}$ respectivamente (distancia angular de un punto medida desde el Ecuador y meridiano de Greenwich). Lo que representa una posición casi perpendicular con respecto a las diferentes posiciones del sol, aún en las posiciones máximas como en el solsticio de invierno (punto máximo en el sur, 21 de Diciembre) y en el solsticio de verano (punto máximo en el norte, 21 de Junio).

Irradiación Promedio

Utilizando el Software FV-Expert podemos encontrar la irradiación promedio diaria, en los meses de enero a diciembre con una inclinación de paneles a 14 grados:

MES	Irradiación KW/h
ENERO	5.641
FEBRERO	5.95
MARZO	6.347
ABRIL	5.799
MAYO	5.489
JUNIO	4.831
JULIO	5.912
AGOSTO	5.799
SEPTIEMBRE	5.015
OCTUBRE	5.359
NOVIEMBRE	5.693
DICIEMBRE	5.784

Tabla 1. Irradiación diaria promedio por mes en Santa Tecla con inclinación de 14 grados.

Así, nuestro país goza de una posición privilegiada en el globo terráqueo para el aprovechamiento de la energía solar, y no es necesario construir un sistema automatizado para el movimiento de los paneles en el seguimiento de la posición del sol.



Fig. 4. Lectura de Irradiación solar.

Temperatura

La temperatura es un factor crítico en la eficiencia de los paneles solares siendo más eficientes cuanto menor sea la temperatura. Los datos o especificaciones técnicas de los paneles se realizan a 25 grados centígrados. En este aspecto el país también presenta una posición privilegiada, ya que según el SNET el promedio de temperatura media es de 23.6 grados centígrados. Mediciones diarias de temperatura en ITCA-FEPADE, Sede Santa Tecla a la sombra muestran una temperatura promedio de 26 grados centígrados al mediodía y permanece casi constante durante todo el año. La colocación de los paneles en la estructura permite el flujo de brisa por debajo de los mismos, propiciando una baja temperatura y una alta eficiencia en la producción fotovoltaica.

Eficiencia en la conversión DC a AC

Los inversores o convertidores de la tensión DC de las baterías a voltaje AC similar al entregado por las compañías distribuidoras son del tipo de conmutación a alta frecuencia y de alta eficiencia, debido a los modernos componentes de potencia de conmutación electrónica.

El cálculo inicial de los sistemas fotovoltaicos asume una eficiencia conservadora de 0.85 y el diseño del sistema en ITCA-FEPADE partió de ésta suposición.

Se realizaron las siguientes mediciones en el sistema instalado, en uno de los dos inversores de 600 Watts (marca SAMLEX).



Fig. 5. Inversor 24 VDC a 120 VAC onda senoidal pura Samlex de 600 Watts

ENTRADA DC:

Voltaje DC: 27.4 V

Corriente DC : 11.37A (la corriente se obtuvo, midiendo la caída de voltaje de una resistencia de bajo valor.)

Potencia entregada por las baterías $P_{\text{Bat}} = V \times I = (27.4 \text{ V}) \times (11.37 \text{ A}) = 311.54 \text{ Watts}$

SALIDA AC DEL INVERSOR:

A la salida se toma la lectura de un vatímetro (marca KillaWatt) que indica la potencia real tomando en cuenta internamente los efectos del factor de potencia, indicando una potencia útil de 283.5 Watts, con cargas de luminarias del laboratorio.



Fig. 6. Vatímetro utilizado en las pruebas.

La figura 6 muestra el modelo de vatímetro utilizado para la medición de potencia real, éste es capaz de medir voltaje, corriente, potencia real consumida, factor de potencia y energía consumida durante un período de tiempo.

Así, la eficiencia del inversor será:

$$\text{Eficiencia del Inversor} = \frac{\text{Potencia útil}}{\text{Potencia de Entrada}} = \frac{283.50}{311.54} = 0.91$$

$$\text{Eficiencia del Inversor} = 91\%$$

En otras palabras, de 100 W entregados al inversor se pierden en calor en la conversión solamente 9 Watts. Estos cálculos demuestran la gran eficiencia de los inversores DC a onda senoidal pura. Las especificaciones técnicas del manual de este inversor indica una eficiencia del 95%.

6. RESULTADOS:

- Estación meteorológica instalada con software Weather Lab, para la medición de variables atmosféricas, en la computadora del Laboratorio de Energías Renovables de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE.

- Memoria de cálculo de la energía disponible en el sistema de paneles fotovoltaicos y la eficiencia en la conversión de corriente directa a corriente alterna.
- Determinar la cantidad de energía eléctrica mensual en KW/h producida por el sistema fotovoltaico y eólico.

7. PRESUPUESTO

Cant.	Unidad de Medida	Descripción	Precio Unitario	Precio total
3	Unidad	Baterías de 100 AH a 12 V (Ciclo profundo)	135.00	405.00

SUBTOTAL \$ 405.00

Ejecutado con estudiantes:

Cant.	Unidad de Medida	Descripción	Precio Unitario	Precio total
1	Unidad	Batería 12V, para estación meteorológica	20.00	20.00
1	Conjunto	Herrajes para montaje de estación meteorológica	35.00	35.00

SUBTOTAL \$55.00

Inversión total del proyecto: **\$ 460.00**

8. CONCLUSIONES

- Dada la ubicación geográfica de nuestro país; cercana al Ecuador, el valor de la irradiación solar ronda los parámetros ideales, esto se traduce en un alto potencial de energía fotovoltaica que puede ser ampliamente aprovechada.
- El estudio SWERA realizado por UCA, MARN y SNET, sugiere que en materia de energía eólica para aprovechar el potencial de producción de esta energía, los aerogeneradores deben situarse a más de 50 msns.
- Mediante las pruebas realizadas y la investigación, se calculó la eficiencia en el proceso de conversión de corriente directa a corriente alterna.
- Se logró la medición de variables atmosféricas, relevantes en la producción eléctrica fotovoltaica y eólica, tales como irradiación solar, velocidad del viento y temperatura.
- Se determinó que los cambios de temperatura entre las estaciones de invierno y verano no provocaron cambios apreciables en la generación fotovoltaica, no así en la generación eólica, ya que las bajas temperaturas son producto de los frentes fríos, los cuales se acompañan de vientos que significaron un aumento de la generación de energía eólica.
- Se observó que los niveles de irradiación solar superan en las horas del mediodía los 1000 W/m^2 , el cuál es el parámetro estándar óptimo para la generación fotovoltaica. La irradiación solar no afectó la generación eólica.
- Exceptuando las temporadas de frentes fríos y/o vientos nortes, los niveles de velocidad del viento se mantuvieron por debajo del mínimo para el arranque del aerogenerador (3 m/s). En las temporadas de vientos, las ráfagas superaron los 7 m/s, haciendo funcionar el aerogenerador, pero su frecuencia y duración no es la suficiente para sustentar la recarga de baterías. Sin embargo, las mediciones y conclusiones de este proyecto efectuadas a 12 msns, no descartan la posibilidad de implementación de parques eólicos de mediana y gran escala, en el orden de 80 msns.
- Se determinó el ángulo óptimo de inclinación para los paneles fotovoltaicos.
- Se determinó la cantidad de energía eléctrica mensual en KW/h producida por el sistema fotovoltaico y eólico.
- A partir de las mediciones realizadas con los módulos fotovoltaicos y las mediciones del aerogenerador, se observa una mayor producción de energía fotovoltaica comparada con la proporcionada por el sistema eólico.

9. RECOMENDACIONES

Se recomienda que para el aprovechamiento del nivel de energía disponible en el Laboratorio de Energías Renovables de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, pueda extenderse el sistema de iluminación para la zona externa al laboratorio.

10. GLOSARIO

MARN: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

msns: metros sobre el nivel del suelo, es la altura medida sobre el nivel del suelo, expresada en metros.

SNET: Servicio Nacional de Estudios Territoriales.

String: Conjunto de paneles fotovoltaicos de las mismas características conectados en serie.

SWERA: Solar and Wind Energy Potential Evaluation: Evaluación del Potencial de Energía Solar y Eólica.

UCA: Universidad Centro Americana “José Simeón Cañas”.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Masters, Gilbert M.

Renewable and Efficient Electric Power Systems.

Editorial John Wiley & Sons Inc.

Estados Unidos, 2004.

[2] Japan International Cooperation Agency (JICA)

Proyecto del Plan Maestro para el Desarrollo de Energías Renovables en la República de El Salvador.

El Salvador, 2012.

[3] Ayala, Mauricio. Sánchez, Ismael. Escalante, Arturo. Marroquín, William.
Determinación del potencial solar y eólico en El Salvador.

UCA

http://cef.uca.edu.sv/descargables/proyectos/UCASolarAssessment_es_206.pdf

El Salvador, 2005.

[4] Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Boletín Climatológico Anual.

MARN

<http://www.snet.gob.sv/ver/meteorologia/clima/climatico+anual/>

El Salvador, 2012.

ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA – FEPADE
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

**MODELO DE SOFTWARE PARA EL DESARROLLO DEL LENGUAJE EN
PERSONAS CON CAPACIDADES ESPECIALES**

SEDE Y ESCUELA PARTICIPANTE

ESCUELA DE INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN

CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL

DOCENTE INVESTIGADOR RESPONSABLE:

LIC. ROBERTO CARLOS GAITÁN QUINTANILLA

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	29
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	30
	2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	30
	2.2 ANTECEDENTES.....	30
	2.2.1 DE LA INSTITUCIÓN	30
	2.3 JUSTIFICACIÓN.....	31
3.	OBJETIVOS	31
	3.1 OBJETIVO GENERAL	31
	3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	31
4.	HIPÓTESIS.....	32
5.	MARCO TEÓRICO	32
6.	METODOLOGÍA.....	35
7.	RESULTADOS	37
8.	CONCLUSIONES.....	51
9.	RECOMENDACIONES	52
10.	GLOSARIO.....	52
11.	FUENTES BIBLIOGRÁFICAS	55
12.	ANEXOS.....	56
	12.1 INSTRUMENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	56
	12.2 ALFABETO DACTILOLÓGICO	58

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento contiene el trabajo de investigación ejecutado por la Escuela de Computación del Centro Regional de San Miguel, en el cual participaron de forma activa docentes y estudiantes. El proyecto de investigación consistió en el desarrollo e implementación de un software para la sociedad de sordos Sede Gotera.

Como punto de partida se estudiaron los requerimientos necesarios para la implementación del software de modo que éste sea capaz de ayudar a las personas de la sociedad de sordos a ampliar su aprendizaje en el desarrollo del lenguaje de señas.

En este documento se encuentra contenida la siguiente temática: El planteamiento del problema de la investigación, en el cual se define de forma detallada la situación o problema a resolver con el software; los antecedentes de la institución que forman parte de la investigación preliminar y documentación necesaria para la realización del proyecto; la justificación del problema que responde a las preguntas del porqué de la investigación, quiénes son los beneficiarios directos e indirectos con la utilización de la herramienta para la enseñanza de señas. Se plantea también la hipótesis, la cual constituye uno de los ejes principales de toda investigación. Está plasmada en ella la pregunta a la cual se le dará respuesta con el desarrollo del proyecto, su prueba y puesta en marcha.

El documento presenta además, el marco teórico está plasmada la teoría base y que fundamenta toda investigación, la cual se ha tomado como referencia para enriquecer y realzar el proyecto. La metodología constituye el mapa a seguir, los lineamientos y procedimientos necesarios para alcanzar los resultados deseados con el proyecto. Se presenta además la conclusión y recomendación, las cuales de forma descrita nos dan la pauta sobre aquellos conocimientos a los cuales se llegaron, y así mismo las respuestas de cómo debería dársele seguimiento al software, viéndose reflejado en ellos que efectivamente el aprendizaje del lenguaje a señas se ve fortalecido con el uso y aplicación del software, ya que es una herramienta que puede ser utilizada en la institución o en casa, permitiendo un mayor número de horas prácticas.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En la Sociedad de Sordos Sede Gotera (SOSOGO), la enseñanza especial dirigida a niños con capacidades especiales relacionados con el habla y la audición, utiliza una metodología enfocada a desarrollar habilidades que les permitan mejorar y sobrellevar dichas discapacidades; sin embargo, no posee los recursos tecnológicos que ayuden al estudiante a mejorar la calidad de comprensión en el desarrollo del proceso enseñanza aprendizaje; pues las clases se desarrollan con el método tradicional (el profesor instruyendo y el estudiante como receptor). Lo anterior obliga a que todos los esfuerzos para facilitar el desarrollo auditivo y del lenguaje se limite al uso de técnicas, instrumentos y materiales convencionales que por su misma naturaleza se deterioran con el tiempo.

Asimismo, el registro del progreso en el desarrollo del lenguaje se lleva a cabo de manera manual, lo que implica que los encargados de supervisar cada una de las sesiones deben ocupar buena parte del tiempo para escribir; registrando dicho progreso, lo que en todos los casos implica esperar para guiar la realización de los ejercicios y el uso de las herramientas, instrumentos y más.

Durante todo este proceso no existen registros electrónicos que evidencien el progreso en el desarrollo del lenguaje en los pacientes del SOSOGO, ni mucho menos se utiliza software especializado que facilite dicho propósito.

2.2 ANTECEDENTES

2.2.1 DE LA INSTITUCIÓN

La Sociedad de Sordos Sede Gotera es una institución que se dedica a fomentar el aprendizaje del lenguaje dactilológico para personas sordas. Está coordinada por Luis Eduardo Reyes, quien se encarga de distribuir tutores a diferentes escuelas e impartir clases a personas con tal discapacidad. El Señor Reyes es una persona con discapacidad aditiva que ha superado su problema y se desenvuelve satisfactoriamente en los diferentes ámbitos de la vida. El objetivo de esta institución

es brindar apoyo y mejorar la comunicación entre personas sordas y hablantes, para que esta pueda desempeñarse normalmente dentro de la sociedad.

2.3 JUSTIFICACIÓN

Actualmente el centro de rehabilitación no posee los recursos tecnológicos que ayuden a sus pacientes a mejorar la calidad de comprensión en el desarrollo del proceso de enseñanza, puesto que carecen de un software especializado para tal fin. Por lo tanto, todos los esfuerzos para facilitar el desarrollo auditivo y del lenguaje se limita al uso de técnicas, instrumentos y materiales convencionales que por su misma naturaleza se deterioran con el tiempo.

Con este proyecto se refuerza el trabajo que realiza el Centro de Rehabilitación, y se esperan obtener beneficios a nivel de comunidad.

Los estudiantes se ven interesados y deseosos de realizar sus prácticas con la herramienta, ya que esta cuenta con una interfaz llamativa y atractiva a sus ojos, sin importar el grado académico en el que estén.

El uso de la herramienta de software facilita el desarrollo del lenguaje en personas con capacidades especiales, puesto que se manejan las técnicas actuales para el aprendizaje a nivel de un software especializado. Los pacientes y sus tutores pueden tener un mayor control sobre el avance en el proceso de desarrollo del lenguaje de los pacientes. Constituye también un elemento innovador pues no existe otra institución que desarrolle el aprendizaje del lenguaje a señas utilizando tecnología computacional.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Crear un software para el desarrollo del lenguaje en personas con capacidades especiales que reciben tratamiento en La Sociedad de Sordos Sede Gotera, SOSOGO.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las técnicas apropiadas para el desarrollo del lenguaje que pueden ser fácilmente ejecutadas por una computadora y utilizadas por personas que reciben tratamiento de rehabilitación en La Sociedad de Sordos Sede Gotera.

- Utilizar los elementos del software que permitan el desarrollo de aplicaciones para favorecer el crecimiento del lenguaje en personas que reciben tratamiento en La Sociedad de Sordos Sede Gotera.
- Implementar el modelo de software para el desarrollo del lenguaje en personas con capacidades especiales que reciben tratamiento La Sociedad de Sordos Sede Gotera.

4. HIPÓTESIS

¿El desarrollo de un software facilitará el desarrollo del lenguaje en personas con capacidades especiales que reciben tratamiento en La Sociedad de Sordos con Sede en Gotera?

5. MARCO TEÓRICO

LAS TECNOLOGÍAS PARA LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD AUDITIVA

El asunto de las tecnologías para las personas con discapacidad, es algo reciente, el cual ha tenido un avance significativo en relación con otros campos tecnológicos, es decir; si comparamos los años que han empleado otras áreas humanas de desarrollo tecnológico, las personas con discapacidad recientemente han tenido un mayor beneficio en el disfrute de tecnologías de apoyo para su vida independiente.

En lo que respecta a las diferentes discapacidades existentes, si encontramos diferencias, por ejemplo, las tecnologías de apoyo para personas con discapacidad visual han tenido un avance exponencial, en segundo lugar; las tecnologías de apoyo para personas con movilidad restringida o parcial, (parálisis cerebral y otras), en tercer lugar; las personas con discapacidad auditiva, y por último; las personas con discapacidad cognitiva.

Las personas con discapacidad auditiva, en general, mucha de la tecnología que se desarrolla para su vida independiente, es en su mayor parte experimental; por ejemplo en Costa Rica y EEUU se han diseñado prototipos de un guante que funciona conectado a una computadora, el cual lee los movimientos del lenguaje de señas y los interpreta de forma escrita en el monitor de la computadora.

El guante representa un gran avance para las personas con discapacidad auditiva, ya que podrían utilizar la computadora y por medio de Internet y otras aplicaciones, comunicarse de forma escrita con personas de todo el mundo, así también, los servicios públicos podrían emplear este tipo de tecnología para comprender y dar un servicio de mayor calidad.

Este guante, es todavía un prototipo, a pesar que ya tiene algún tiempo de su publicación, debido principalmente a los costos de este tipo de tecnología, lo cual es el problema que experimentan las personas con discapacidad y las instituciones relacionadas. Es una realidad que la tecnología para personas con discapacidad es costosa, lo cual hace que la misma no sea muy accesible económicamente hablando para las personas con discapacidad e instituciones.

Entre otras tecnologías de apoyo para personas con discapacidad auditivas están las que permiten la comunicación, como las tablas de comunicación; ya sea por pictogramas, grafemas o símbolos, audífonos e implantes, que permiten potenciar el nivel de auditivo en personas con baja audición, cámaras o webcam, para comunicarse con otras personas con el lenguaje de señas, telefonía con capacidad de video llamada, para comunicarse con lenguaje de señas, o por medio de mensajes de texto, despertadores o alarmas, con adaptaciones que por medio de señales de luces o vibración, indican o llaman la atención a la persona para despertar o recordarle alguna tarea o asunto programado por la misma; entre otros tipos de herramientas tecnológicas adaptadas o diseñadas para una función o necesidad de la persona con discapacidad auditiva.

Las tecnologías de apoyo para las personas con discapacidad cada vez van avanzando más, así que en un futuro no muy lejano, podremos ver y conocer mucho más tecnologías que nos podrían beneficiar en múltiples tareas y actividades de una forma increíble¹.

SURGIMIENTO E INFLUENCIA DE LAS TIC

Las tecnologías de la educación y la comunicación, sin duda; han marcado un nuevo hito en la forma de comunicarnos y dirigirnos en la sociedad actual, esto no solo es un desafío tecnológico y científico, sino que además; ya se infiltró en todas las esferas de la vida social, económica y de diferentes ámbitos.

¹<http://multemas.blogspot.com/2010/09/las-tecnologias-para-las-personas-con.html>

En ese sentido, la preocupación no solo es de los diferentes gobiernos, sino también; del Comité de Coordinación Administrativa de las Naciones Unidas (1997), en donde especifica que “Hemos concluido que la introducción y uso de las TIC y la gestión de la información debe convertirse en un elemento integral de los esfuerzos priorizados por el sistema de las Naciones Unidas para promover y asegurar el desarrollo humano sostenible para todos, de ahí nuestra decisión de apoyar el objetivo de establecer el acceso universal a servicios de información y comunicación básicos para todos”².

A medida que las TIC’s se fueron filtrando en nuestra vida social, se fueron creando necesidades que hasta hace poco no existían. En este sentido, “El sistema educativo como no podía ser de otro modo, ha de promover esta educación en TIC fijando un pilar de desarrollo como instrumento potente de mejora social, productiva y relacional. Sin educación TIC, sin ese primer paso que suponga un cambio veraz de actitud que limite y coarte justificadamente opiniones y percepciones sociales contrarias en torno a dicha integración, tanto la brecha digital como social pueden estar más que nunca presentes”³.

Definitivamente la educación podríamos decir es uno de los mayores beneficiados con los recursos que las TIC nos han proporcionado hasta hoy.

El aumento de las computadoras personales y portátiles, así como los productos de software; ha dado como resultado que los programadores se dediquen a realizar programas educativos para su uso experimental en escuelas y colegios. Esto ha dado lugar a diversos tipos de programas que realizan muy distintas funciones (comunicación, aprendizaje, entretenimiento, etc...), por ello es posible centrarse en algunos tipos de software.

La informática posee la capacidad de brindar soluciones totales o parciales a las personas que tienen algún tipo de discapacidad, sin embargo; muchas veces surgen una serie de barreras de acceso, pues para hacer uso de la computadora existe un conjunto de requerimientos que la persona no puede llevar a cabo de forma autónoma.

² ONU, 1997. RIE 55/4. 2011.

³ Trujillo Torres y Otros. 2011.

Afortunadamente, la computadora es una máquina con gran versatilidad y ofrece la posibilidad de adaptarla a las necesidades de cada usuario.

Alrededor de la informática convencional, ha ido surgiendo todo un mundo de adaptaciones y ayudas técnicas que algunas veces no son desarrolladas expresamente para ser utilizadas por personas con discapacidad.

Detectar cuáles son las barreras de acceso existentes en cada situación, la elección de la ayuda técnica más adecuada en función de las capacidades y necesidades de este usuario y el entrenamiento necesario, son algunas de las etapas a tener en cuenta en el momento de dotar a una persona con aquella adaptación que favorecerá o posibilitará el uso de la computadora.

Dentro del campo de la informática, una de las aplicaciones más nombradas y con más expectativas es la dirigida a la Educación Asistida por Ordenador, conocida por sus iniciales como E.A.O., ya que en los comienzos de la informática, se habló de la gran utilidad que las computadoras tendrían en el campo de la educación.

En la actualidad, la mayoría de los educadores ya utilizan ordenadores, no solo para la preparación de sus clases, sino también a la hora de impartir determinadas unidades didácticas a sus alumnos. De hecho, gracias al avance de la Internet y a la aparición de los lenguajes visuales, se están diseñando aplicaciones de fácil manejo para los niños que les permite aprender determinados temas de forma gráfica.

En casos muy específicos y para materias muy concretas, la utilización de la computadora en los colegios resulta bastante beneficiosa para los alumnos. Además, si hay un campo en el que la informática está resultando especialmente beneficiosa, es en la educación de alumnos disminuidos física o psíquicamente.

6. METODOLOGÍA

ESTUDIO EXPLICATIVO

Este tipo de estudio explica el porqué de las cosas. De esa forma, se facilitó el determinar lo que se pretendía realizar, además facilitó el dar a conocer las funciones que el software llevaría a cabo. A partir de ello, se determinaron mecanismos que se emplearían para la creación del

software, obteniendo también información relevante de la creación y funcionabilidad de programas relacionados.

INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Este tipo de investigación arrojó resultados concretos, de modo que permitió deducir los efectos que provoca actualmente la ausencia de un software que les sirva de material y apoyo didáctico para llevar a cabo el proceso de aprendizaje de los miembros de la Asociación SOSOGO.

En cuanto al desarrollo del software se siguió el método tradicional de desarrollo de software, es decir, Análisis, Diseño, Implementación, Documentación y Mantenimiento de Sistemas.

En la Fase del Análisis, se recopiló toda la información necesaria en cuanto a procesos, metodologías, herramientas utilizadas, personal docente y estudiantes involucrados en el proceso de enseñanza aprendizaje, esta información sirvió de base para dar inicio al diseño del sistema. Se estudiaron los lenguajes de programación para determinar el más apropiado y amigable para programar la solución, siendo Visual Basic en su versión 2010, a través del Framework 4.0 el elegido.

En la fase de Diseño, se contó con la participación del encargado del SOSOGO, quien aportó ideas en cuanto a estructura, colores y distribución de menú y opciones, proporcionó además un listado de palabras del lenguaje salvadoreño. En esta fase, se determinaron las salidas del software que no son físicas sino conceptuales (en pantalla), constituyéndose en la interfaz hombre-máquina; la cual permite interactuar tanto con el estudiante, así como también con el docente.

En la implementación del software, se programó utilizando los métodos Modular y Lineal, puesto que es la única forma de explotar al máximo las características del lenguaje de programación, permitiendo con esto la reutilización del código en diferentes opciones y formularios del software. Se programó una reunión con estudiante y facilitadores de SOSOGO; quienes sirvieron como modelos para la realización de los videos plasmados en el software. Se realizaron las pruebas pertinentes en la SOSOGO con estudiantes y el mismo encargado para validar el prototipo del software.

En la fase de Documentación se creó el manual del usuario que es una guía a seguir con el sistema, algunos bloques de código fuentes fueron documentados para su mejor interpretación y comprensión.

7. RESULTADOS

Al finalizar el proceso de investigación del proyecto, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Documento impreso y digital, en el cual están plasmados el desarrollo de todo el proyecto.
- Manual del usuario e instalación del software.
- Un Software para el desarrollo del lenguaje en personas con capacidades especiales que son atendidas en el SOSOGO según lo siguiente:

REQUERIMIENTOS DE HARDWARE Y SOFTWARE

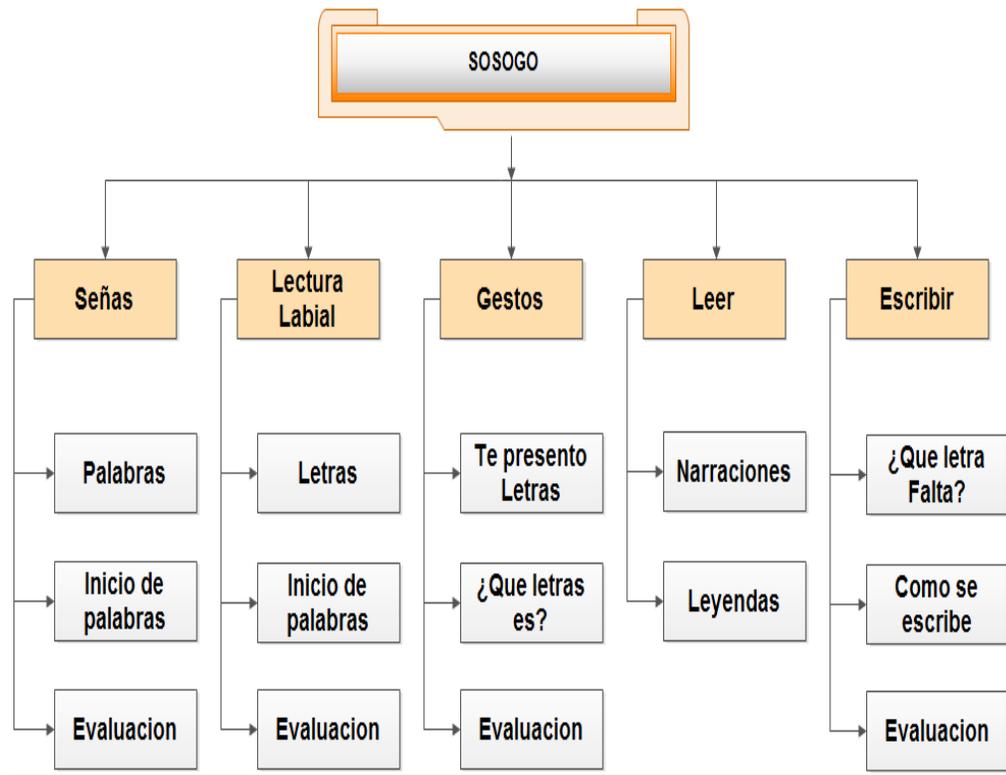
Los requerimientos mínimos en relación a hardware que se necesitarán para la implementación y buen funcionamiento del software serán los siguientes:

- ✓ Monitor
- ✓ Teclado
- ✓ Mouse
- ✓ Case
- ✓ 2 GB Disponible de Espacio en Disco duro.
- ✓ Procesador Intel(R) Celeron CPU 900 @ 2.20 GHz o superior
- ✓ Memoria RAM mínimo de 256 MB
- ✓ Tarjeta Gráfica

SOFTWARE

- ✓ Sistema Operativo Windows 7
- ✓ Framework 4.0
- ✓ Componente Multimedia QuickTime Player
- ✓ Componente Flash Player 10 o superior

ESTRUCTURA DEL SOFTWARE



INTERFAZ DEL USUARIO

PANTALLA DE PRESENTACIÓN Y MENÚ DEL SISTEMA



PANTALLAS DE DESARROLLO DE ACTIVIDADES

Pantalla palabras



Pantalla Letras faltantes



Pantalla narraciones



Pantalla palabras populares



Pantalla lecturas



Pantalla relaciones personales



PLAN DE CAPACITACIÓN

El plan de capacitación está dirigido a las personas de la Asociación de Sordomudos de San Francisco Gotera que impartirán las sesiones de aprendizaje.

Metodología

La realización del curso fue presencial y cada instructor dispondrá de una PC, donde se instaló el software para su demostración. La metodología fue un enfoque teórico-práctico y los ejercicios fueron diseñados para que el instructor interactúe con las herramientas del sistema; asimismo se alternó con explicaciones que reforzaron los temas tratados, con la finalidad de dar mayor soporte al aprendizaje y conocimiento del software.

El instructor experimentó diferentes situaciones que se pudieran presentar, al momento de tener en uso normal el sistema.

Plan de Capacitación Ejecutado

N	ACTIVIDAD	LUGAR Y FECHA	PARTICIPANTES	RECURSOS
1	Instalación y desinstalación del Software.	SOSOGO Enero de 2014	Docentes y encargado del SOSOGO.	PC, proyector de cañón, aula educativa.
2	Utilización de las opciones del software.	SOSOGO Enero de 2014	Docentes y encargado del SOSOGO.	PC, proyector de cañón, aula educativa.
3	Trabajo con el educando (situaciones de aprendizaje).	SOSOGO Enero de 2014	Docentes y encargado del SOSOGO.	PC, proyector de cañón, aula educativa.

EJEMPLOS DE ELEMENTOS DEL CÓDIGO FUENTE

Archivo almacen.vb

Descripción: se crean todos los grupos de palabras según su inicial

```
ModuleAlmacen
PublicNombreSistema = "SOSOGO"
PublicInicioAsBoolean = True
PublicUsuarioAsString
PublicCuentoAsInteger = 0, LeyendaAsInteger = 0
PublicarPalabrasAsNewArrayList
PublicarPalabrasAAsNewArrayList
PublicarPalabrasBAsNewArrayList
PublicarPalabrasCAsNewArrayList
PublicarPalabrasDAsNewArrayList
```

```
PublicarPalabrasEAsNewArrayList
PublicarPalabrasFAsNewArrayList
PublicarPalabrasGAsNewArrayList
PublicarPalabrasHAsNewArrayList
PublicarPalabrasIAsNewArrayList
PublicarPalabrasJAsNewArrayList
PublicarPalabrasKAsNewArrayList
PublicarPalabrasLAsNewArrayList
PublicarPalabrasMAsNewArrayList
PublicarPalabrasNAsNewArrayList
PublicarPalabrasÑAsNewArrayList
PublicarPalabrasOAsNewArrayList
PublicarPalabrasPAsNewArrayList
PublicarPalabrasQAsNewArrayList
PublicarPalabrasRAsNewArrayList
PublicarPalabrasSAsNewArrayList
PublicarPalabrasTAsNewArrayList
PublicarPalabrasUAsNewArrayList
PublicarPalabrasVAsNewArrayList
PublicarPalabrasWAsNewArrayList
PublicarPalabrasXAsNewArrayList
PublicarPalabrasYAsNewArrayList
PublicarPalabrasZAsNewArrayList
```

```
PublicFunctionpalabrasA()
arPalabrasA.Add("aceptar")
arPalabrasA.Add("alegre")
arPalabrasA.Add("amar")
arPalabrasA.Add("amigo")
arPalabrasA.Add("ayudar")
```

```
ReturnarPalabrasA
EndFunction
PublicFunctionpalabrasB()
arPalabrasB.Add("bañarse")
arPalabrasB.Add("beber")
arPalabrasB.Add("biblioteca")
arPalabrasB.Add("bien")
arPalabrasB.Add("bonito")
```

```
ReturnarPalabrasB
EndFunction
```

```
PublicFunctionpalabrasC()
arPalabrasC.Add("calor")
arPalabrasC.Add("caminar")
arPalabrasC.Add("cansado")
arPalabrasC.Add("casa")
arPalabrasC.Add("comer")
```

```
ReturnarPalabrasC
EndFunction
```

```
PublicFunctionpalabrasD()
arPalabrasD.Add("dar")
arPalabrasD.Add("decir")
arPalabrasD.Add("despreciar")
arPalabrasD.Add("dibujar")
arPalabrasD.Add("dormir")
ReturnarPalabrasD
EndFunction
```

```
PublicFunctionpalabrasE()  
arPalabrasE.Add("enamorado")  
arPalabrasE.Add("enfermo")  
arPalabrasE.Add("enojado")  
arPalabrasE.Add("escribin")  
arPalabrasE.Add("estudiar")  
ReturnarPalabrasE  
EndFunction
```

```
PublicFunctionpalabrasF()  
arPalabrasF.Add("familia")  
arPalabrasF.Add("feo")  
arPalabrasF.Add("flor")  
arPalabrasF.Add("frío")  
arPalabrasF.Add("fuerte")  
ReturnarPalabrasF  
EndFunction
```

```
PublicFunctionpalabrasG()  
arPalabrasG.Add("ganar")  
arPalabrasG.Add("gato")  
arPalabrasG.Add("gordo")  
arPalabrasG.Add("gracioso")  
arPalabrasG.Add("grande")  
ReturnarPalabrasG  
EndFunction
```

```
PublicFunctionpalabrasH()  
arPalabrasH.Add("hacer")  
arPalabrasH.Add("helado")  
arPalabrasH.Add("hermano")  
arPalabrasH.Add("hormiga")  
arPalabrasH.Add("hospital")  
ReturnarPalabrasH  
EndFunction
```

```
PublicFunctionpalabrasI()  
arPalabrasI.Add("iglesia")  
arPalabrasI.Add("ingenioso")  
arPalabrasI.Add("invierno")  
arPalabrasI.Add("ir")  
arPalabrasI.Add("isla")  
ReturnarPalabrasI  
EndFunction
```

```
PublicFunctionpalabrasJ()  
arPalabrasJ.Add("jardin")  
arPalabrasJ.Add("joven")  
arPalabrasJ.Add("jugar")  
arPalabrasJ.Add("jugo")  
arPalabrasJ.Add("junto")  
ReturnarPalabrasJ  
EndFunction
```

```
PublicFunctionpalabrasK()  
arPalabrasK.Add("kilo")  
arPalabrasK.Add("koala")  
ReturnarPalabrasK  
EndFunction
```

```

PublicFunctionpalabrasL()
arPalabrasL.Add("lapiz")
arPalabrasL.Add("leer")
arPalabrasL.Add("leon")
arPalabrasL.Add("libre")
arPalabrasL.Add("llorar")
ReturnarPalabrasL
EndFunction

PublicFunctionpalabrasM()
arPalabrasM.Add("mama")
arPalabrasM.Add("manzana")
arPalabrasM.Add("mar")
arPalabrasM.Add("mucho")
arPalabrasM.Add("mujer")
ReturnarPalabrasM
EndFunction

PublicFunctionpalabrasN()
arPalabrasN.Add("nadar")
arPalabrasN.Add("navidad")
arPalabrasN.Add("necesitar")
arPalabrasN.Add("niña")
arPalabrasN.Add("niño")
arPalabrasN.Add("nueve")
ReturnarPalabrasN
EndFunction

PublicFunctionpalabrasÑ()
arPalabrasÑ.Add("ñoño")
ReturnarPalabrasÑ
EndFunction

PublicFunctionpalabrasO()
arPalabrasO.Add("obtener")
arPalabrasO.Add("ojo")
arPalabrasO.Add("ordenar")
arPalabrasO.Add("oso")
arPalabrasO.Add("oveja")
ReturnarPalabrasO
EndFunction

PublicFunctionpalabrasP()
arPalabrasP.Add("papa")
arPalabrasP.Add("pensar")
arPalabrasP.Add("pequeño")
arPalabrasP.Add("perdon")
arPalabrasP.Add("profesor")
ReturnarPalabrasP
EndFunction

PublicFunctionpalabrasQ()
arPalabrasQ.Add("querer")
arPalabrasQ.Add("queso")
arPalabrasQ.Add("quitar")
ReturnarPalabrasQ
EndFunction

PublicFunctionpalabrasR()
arPalabrasR.Add("rapido")
arPalabrasR.Add("raton")

```

```

arPalabrasR.Add("reir")
arPalabrasR.Add("reto")
arPalabrasR.Add("rey")
ReturnarPalabrasR
EndFunction

PublicFunctionpalabrasS()
arPalabrasS.Add("salir")
arPalabrasS.Add("saltar")
arPalabrasS.Add("seguir")
arPalabrasS.Add("sentir")
arPalabrasS.Add("sol")
ReturnarPalabrasS
EndFunction

PublicFunctionpalabrasT()
arPalabrasT.Add("telefono")
arPalabrasT.Add("tranquilo")
arPalabrasT.Add("travieso")
arPalabrasT.Add("triste")
arPalabrasT.Add("tu")
ReturnarPalabrasT
EndFunction

PublicFunctionpalabrasU()
arPalabrasU.Add("uno")
arPalabrasU.Add("uva")
ReturnarPalabrasU
EndFunction

PublicFunctionpalabrasV()
arPalabrasV.Add("veloz")
arPalabrasV.Add("ver")
arPalabrasV.Add("verde")
arPalabrasV.Add("viento")
arPalabrasV.Add("volver")
ReturnarPalabrasV
EndFunction

PublicFunctionpalabrasW()
arPalabrasW.Add("whisky")
ReturnarPalabrasW
EndFunction

PublicFunctionpalabrasY()
arPalabrasY.Add("yo")
arPalabrasY.Add("yogurt")
arPalabrasY.Add("yoyo")
ReturnarPalabrasY
EndFunction

PublicFunctionpalabrasZ()
arPalabrasZ.Add("zanahoria")
arPalabrasZ.Add("zapato")
arPalabrasZ.Add("zoologico")
ReturnarPalabrasZ
EndFunction
EndModule

```

Archivo conexion.vb

Descripción: Establece la conexión con la base de datos

```
Imports System.Data
Imports System.Data.OleDb
Imports System.Drawing.Imaging
Imports System.IO
Namespace Conexion
Public Class sosogo
'Dim conexion As String = "Provider=Microsoft.ACE.OLEDB.12.0;DataSource=sosogo.accdb"
Dim conex As New OleDbConnection("Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0; Data
Source=sosogo.mdb")
Dim coman As New OleDbCommand
Dim da As New OleDbDataAdapter

'Funcion para Agregar DataTable a un DataGridView
Public Function SelectSQL(ByVal cadena As String)
Dim dt As New DataTable
Try
coman.CommandText = cadena
coman.Connection = conex
da.SelectCommand = coman
da.Fill(dt)
da.Dispose()
Catch ex As Exception
EndTry
Return dt
End Function

'Funcion para Verificar si se ejecuto la consulta
Public Function SelectSiNo(ByVal cadena As String)
Dim dt As New DataTable
Dim prueba As String = ""
Try
coman.CommandText = cadena
coman.Connection = conex
da.SelectCommand = coman
da.Fill(dt)
da.Dispose()
prueba = "si"
Catch ex As Exception
prueba = ex.ToString
EndTry
Return prueba
End Function

'Funcion para Ejecutar los comandos (Inset, Update, Delete) etc.
Public Function ComandoSQL(ByVal cadena As String)
Dim resp As String = ""
Try
coman.CommandText = cadena
coman.Connection = conex
conex.Open()
If coman.ExecuteNonQuery() <> 0 Then
resp = "si"
Else
resp = "no"
EndIf
conex.Close()
Catch ex As Exception
conex.Close()
End Try
End Function
End Class
End Namespace
```

```

resp = ex.ToString
EndTry
Return resp
EndFunction

'Funcionparavalidar
PublicFunction ValidarSQL(ByVal cadena As String)
Dim resp As String = ""
Try
coman.CommandText = cadena
coman.Connection = conex
conex.Open()
If coman.ExecuteScalar() <> Nothing Then
resp = "si"
Else
resp = "no"
EndIf
conex.Close()
Catch ex As Exception
conex.Close()
resp = ex.ToString
EndTry
Return resp
EndFunction

PublicFunction palabraAleatorio()
Dim dta As New DataTable
Dim consulta As String
consulta = "SELECT * FROM palabras ORDER BY palabra DESC"
dta = SelectSQL(consulta)
Dim count As Integer = dta.Rows.Count - 1
Dim i As Integer
Dim a As String = ""

i = Int(Int((count * Rnd()) + 0))
If count > 0 Then
a = dta.Rows(i)("palabra").ToString
EndIf
Return a
EndFunction

PublicFunction palabra(ByVal letra As String)
Dim dta As New DataTable
Dim consulta As String
consulta = "SELECT * FROM palabras WHERE palabra like '&letra&%"' ORDER BY palabra
DESC"
dta = SelectSQL(consulta)
'Dim count As Integer = dta.Rows.Count - 1
Dim count As Integer = dta.Rows.Count
Dim i As Integer
Dim a As String = ""

i = Int(Int((count * Rnd()) + 0))
If count > 0 Then
a = dta.Rows(i)("palabra").ToString
EndIf
Return a
EndFunction

'*****
PublicFunction CSaludos()
Dim dta As New DataTable

```

```

DimconsultaAsString
consulta = "SELECT * FROM saludos"
dta = SelectSQL(consulta)
Dim count AsInteger = dta.Rows.Count
Return count
EndFunction
'*****

PublicFunctionCRelacines()
DimdtaAsNewDataTable
DimconsultaAsString
consulta = "SELECT * FROM relaciones"
dta = SelectSQL(consulta)
Dim count AsInteger = dta.Rows.Count
Return count
EndFunction
'*****

PublicFunctionCsemanaT()
DimdtaAsNewDataTable
DimconsultaAsString
consulta = "SELECT * FROM semana"
dta = SelectSQL(consulta)
Dim count AsInteger = dta.Rows.Count
Return count
EndFunction
'*****

PublicFunctionCmeses()
DimdtaAsNewDataTable
DimconsultaAsString
consulta = "SELECT * FROM meses"
dta = SelectSQL(consulta)
Dim count AsInteger = dta.Rows.Count
Return count
EndFunction
'*****

PublicFunctionCcolores()
DimdtaAsNewDataTable
DimconsultaAsString
consulta = "SELECT * FROM colores"
dta = SelectSQL(consulta)
Dim count AsInteger = dta.Rows.Count
Return count
EndFunction
'*****

PublicFunctionCPais()
DimdtaAsNewDataTable
DimconsultaAsString
consulta = "SELECT * FROM paises"
dta = SelectSQL(consulta)
Dim count AsInteger = dta.Rows.Count
Return count
EndFunction
'*****

PublicFunctionCDepart()
DimdtaAsNewDataTable
DimconsultaAsString
consulta = "SELECT * FROM departamentos"
dta = SelectSQL(consulta)
Dim count AsInteger = dta.Rows.Count
Return count
EndFunction
'*****

```

```
EndClass
EndNamespace
```

Archivo ingresar.vb

Descripción: Código fuente para el formulario ingresar al software, en la cual el usuario se valida en el mismo.

```
Imports System.Data
Imports System.Data.SqlClient
Public Class ingresar
    Dim conex As New Conexion.sosogo
    Private Sub ingresar_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)
        Handles MyBase.Load
        grbAgregar.Enabled = False
        grbIngresar.Enabled = False
        rdbAgregar.Checked = False
        rdbIngresar.Checked = False
        Dim consulta As String = "SELECT * FROM usuarios"
        Dim dt As New DataTable
        dt = conex.SelectSQL(consulta)
        cmbUsuarios.DataSource = dt
        cmbUsuarios.ValueMember = "id"
        cmbUsuarios.DisplayMember = "usuario"
        cmbUsuarios.Text = "Seleccione"
        txtContra.Visible = False
        lblContra.Visible = False
    End Sub

    Private Sub rdbIngresar_CheckedChanged(ByVal sender As System.Object, ByVal e
As System.EventArgs) Handles rdbIngresar.CheckedChanged
        If rdbIngresar.Checked Then
            grbAgregar.Enabled = False
            grbIngresar.Enabled = True
        ElseIf rdbAgregar.Checked Then
            grbAgregar.Enabled = True
            grbIngresar.Enabled = False
        Else
            grbAgregar.Enabled = False
            grbIngresar.Enabled = False
        End If
        cmbUsuarios.Text = "Seleccione"
        txtContra.Visible = False
        lblContra.Visible = False
    End Sub

    Private Sub ingresar_FormClosing(ByVal sender As System.Object, ByVal e
As System.Windows.Forms.FormClosingEventArgs) Handles MyBase.FormClosing

    End Sub

    Private Sub rdbAgregar_CheckedChanged(ByVal sender As System.Object, ByVal e
As System.EventArgs) Handles rdbAgregar.CheckedChanged
        If rdbIngresar.Checked Then
            grbAgregar.Enabled = False
            grbIngresar.Enabled = True
        ElseIf rdbAgregar.Checked Then
            grbAgregar.Enabled = True
            grbIngresar.Enabled = False
        Else
            grbAgregar.Enabled = False
            grbIngresar.Enabled = False
        End If
    End Sub
End Class
```

```

grbAgregar.Enabled = False
grbIngresar.Enabled = False
EndIf
cmbUsuarios.Text = "Seleccione"
txtContra.Visible = False
lblContra.Visible = False
EndSub

PrivateSubgrbIngresar_Enter(sender AsSystem.Object, e AsSystem.EventArgs)
HandlesgrbIngresar.Enter

EndSub

PrivateSubbtnEliminar_Click(ByVal sender AsSystem.Object, ByVal e AsSystem.EventArgs)
HandlesbtnEliminar.Click
IfcmbUsuarios.Text<>"Seleccione"Then
IfcmbUsuarios.Text<>"Administrador"Then
DimresultAsMsgBoxResult = MsgBox("Seguro que desea eliminar este usuario?",
MsgBoxStyle.YesNo, "Eliminar Usuario!")
If result = MsgBoxResult.YesThen
DimconsultaAsString
consulta = "DELETE FROM usuarios Where usuario ='&cmbUsuarios.Text&'"
Ifconex.ComandoSQL(consulta) = "si"Then
MsgBox("Usuario eliminado correctamente!!!", MsgBoxStyle.Information, "Eliminado
Exitosamente!")
consulta = "SELECT * FROM usuarios"
DimdtAsNewDataTable
dt = conex.SelectSQL(consulta)
cmbUsuarios.DataSource = dt
cmbUsuarios.ValueMember = "id"
cmbUsuarios.DisplayMember = "usuario"
cmbUsuarios.Text = "Seleccione"
txtContra.Visible = False
lblContra.Visible = False
Else
MsgBox("Error al eliminar Usuario!!!", MsgBoxStyle.Exclamation, "Error!!!!!!")
cmbUsuarios.Focus()
EndIf
EndIf
Else
MsgBox("No se puede eliminar el Administrador!!!", MsgBoxStyle.Exclamation,
"Error!!!!!!")
cmbUsuarios.Focus()
EndIf
Else
MsgBox("Seleccione un Usuario!!!", MsgBoxStyle.Exclamation, "Error!!!!!!")
cmbUsuarios.Focus()
EndIf
EndSub

PrivateSubbtnIngresar_Click(ByVal sender AsSystem.Object, ByVal e AsSystem.EventArgs)
HandlesbtnIngresar.Click
IfcmbUsuarios.Text<>"Seleccione"Then
IfcmbUsuarios.Text<>"Administrador"Then
Almacen.Usuario = cmbUsuarios.Text
menus.grbAdmin.Visible = False
Me.Close()
Else
DimconsultaAsString = "SELECT contra FROM usuarios Where id = 1"
DimdtAsNewDataTable
dt = conex.SelectSQL(consulta)

```

```

Ifdt.Rows(0)(0).ToString = txtContra.Text.TrimThen
Almacen.Usuario = cmbUsuarios.Text
menus.grbAdmin.Visible = True
Me.Close()
Else
MsgBox("Contraseña Incorrecta!!!", MsgBoxStyle.Exclamation, "Error!!!!")
txtContra.Focus()
EndIf
EndIf
Else
MsgBox("Seleccione un Usuario!!!", MsgBoxStyle.Exclamation, "Error!!!!")
cmbUsuarios.Focus()
EndIf
EndSub

PrivateSubbtnAgregarIngre_Click(ByVal sender AsSystem.Object, ByVal e
AsSystem.EventArgs) HandlesbtnAgregarIngre.Click
DimconsultaAsString
consulta = "Select * from usuarios where usuario = '&txtUsuario.Text.Trim&' "
IftxtUsuario.Text.Trim<>""Then
Ifconex.ValidarSQL(consulta) = "no"Then
IftxtUsuario.Text.Trim<>"Seleccione"Then
consulta = "Insertinto usuarios(usuario) values('&txtUsuario.Text.Trim&')"
Ifconex.ComandoSQL(consulta) = "si"Then
Almacen.Usuario = txtUsuario.Text.Trim
MsgBox("Usuario ingresado correctamente!!!", MsgBoxStyle.Information, "Ingresado
Exitosamente!")
Me.Close()
Else
MsgBox(conex.ComandoSQL(consulta) & consulta)
EndIf
Else
MsgBox("Palabra reservada del Sistema!!!", MsgBoxStyle.Exclamation, "Error!!!!")
txtUsuario.Focus()
EndIf
Else
MsgBox("Usuario ya existe!!!", MsgBoxStyle.Exclamation, "Error!!!!")
txtUsuario.Focus()
EndIf
Else
MsgBox("Ingrese el Nombre de Usuario!!!", MsgBoxStyle.Exclamation, "Error!!!!")
txtUsuario.Focus()
EndIf
EndSub

PrivateSubcmbUsuarios_SelectedIndexChanged(ByVal sender AsSystem.Object, ByVal e
AsSystem.EventArgs) HandlescmbUsuarios.SelectedIndexChanged
IfcmbUsuarios.Text = "Administrador"Then
txtContra.Visible = True
lblContra.Visible = True
Else
txtContra.Visible = False
lblContra.Visible = False
EndIf
EndSub

PrivateSubcmbUsuarios_KeyPress(ByVal sender AsSystem.Object, ByVal e
AsSystem.Windows.Forms.KeyPressEventArgs) HandlescmbUsuarios.KeyPress
e.KeyChar = ChrW(0)
EndSub

```

```

PrivateSubtxtUsuario_KeyPress(ByVal sender AsSystem.Object, ByVal e
AsSystem.Windows.Forms.KeyPressEventArgs) HandlestxtUsuario.KeyPress
DimnumAsInteger = Asc(e.KeyChar)
IfNot ((num> 96 Andnum< 123) Or (num> 47 Andnum< 58) Or (num> 64 Andnum< 91) Ornum = 8
Or e.KeyChar = "ñ"Or e.KeyChar = "Ñ") Then
e.KeyChar = ChrW(0)
EndIf
EndSub

PrivateSubbtnCancelar_Click(ByVal sender AsSystem.Object, ByVal e AsSystem.EventArgs)
HandlesbtnCancelar.Click
Application.ExitThread()
EndSub

PrivateSubingresar_FormClosed(ByVal sender AsSystem.Object, ByVal e
AsSystem.Windows.Forms.FormClosedEventArgs) HandlesMyBase.FormClosed

EndSub
EndClass

```

8. CONCLUSIONES

- El uso de la tecnología en la educación conlleva a grandes cambios en cuanto a metodologías y resultados del proceso enseñanza aprendizaje, por cuanto los educandos son capaces de interactuar con ella y a su vez sirve como medio para acaparar la atención de los mismos estudiantes; es sin duda, un factor importante del proceso educativo.
- El contar con un software a la medida permite a la Sociedad de Sordos sede Gotera ser más participativos y representativos en su ámbito educativo, ya que es una de las ventajas que adquiere una institución desde el momento de incluir tecnología en el desarrollo de sus actividades, sin importar el carácter de estas.
- Ya que el objetivo de este proyecto fue crear un software que fuera capaz de facilitar el proceso de enseñanza aprendizaje en la sociedad de sordos, los docentes, instructores y orientadores que facilitan dicho proceso, están conscientes y fueron participantes activos en el desarrollo del mismo, convirtiéndolos en personas instructoras que podrán hacer uso de este sistema con un plan de enseñanza para las personas de diferentes edades.

- El software está realizado para hacer todas las prácticas que se desee y facilitar el aprendizaje del lenguaje, teniendo en cuenta que están todas las palabras comunes que en el lenguaje salvadoreño que conocemos, permitiendo con esto mayor aprendizaje.

9. RECOMENDACIONES

- Desarrollar capacitaciones constantes a docentes en cuanto al uso de la tecnología en el ámbito educativo; esto en la búsqueda del fomento, la aceptación y la participación en el desarrollo de las actividades educativas, a través del uso de herramientas tecnológicas.
- La enseñanza en el aula se ve más dinámica con la utilización de herramientas didácticas; por lo tanto, se recomienda utilizar el software en cada una de las clases con un proyector de cañón, el cual facilitará al docente la realización de actividades grupales y llevar de una mejor forma el seguimiento y progreso del grupo.
- Instalar el software en todas las computadoras disponibles de la institución, dar acceso además a los estudiantes y docentes para que realicen en ellas las actividades ex aula, permitiendo con esto reforzar los aprendizajes de los estudiantes y a los docentes la preparación para cada una de las sesiones de clases.

10. GLOSARIO

Alfabeto: El alfabeto o abecedario de una lengua o idioma es el conjunto ordenado de sus letras. Es también la agrupación, la que se lee con un orden determinado, de las grafías utilizadas para representar el lenguaje que sirve de sistema de comunicación.

Aprendizaje: Es el proceso a través del cual se adquieren o modifican habilidades, destrezas, conocimientos, conductas o valores como resultado del estudio, la experiencia, la instrucción, el razonamiento y la observación.

Computadora: También denominada ordenador, es una máquina electrónica que recibe y procesa datos para convertirlos en información útil. Una computadora es una colección de circuitos integrados y otros componentes relacionados que pueden ejecutar con exactitud, rapidez y de acuerdo a lo indicado por un usuario o automáticamente por otro programa, una gran variedad de secuencias o rutinas de

instrucciones que son ordenadas, organizadas y sistematizadas en función de una amplia gama de aplicaciones prácticas y precisamente determinadas, proceso al cual se le ha denominado con el nombre de programación y al que lo realiza se le llama programador.

Cuento: Es una narración breve creada por uno o varios autores, basada en hechos reales o ficticios, inspirada o no en anteriores escritos o leyendas, cuya trama es protagonizada por un grupo reducido de personajes y con un argumento relativamente sencillo y, por tanto, fácil de entender.

Dactilología: Es un sistema de comunicación que transmite información mediante el uso de los dedos de la mano. Este sistema forma parte auxiliar de la fonología de las lenguas de señas y también se utiliza en sistemas visuales artificiales de información (árbitros deportivos, señales militares o marinas, etc.), en formas de cálculo aritmético manual, etc.

Enseñanza: Es el proceso de transmisión de una serie de conocimientos, técnicas, normas, y/o habilidades, basado en diversos métodos, realizado a través de una serie de instituciones, y con el apoyo de una serie de materiales.

Escritura: Es un sistema gráfico de representación de un idioma, por medio de signos trazados o grabados sobre un soporte. En tal sentido, la escritura es un modo gráfico típicamente humano de transmitir información.

Gestos: Un gesto es una forma de comunicación no verbal ejecutada con alguna parte del cuerpo y producida por el movimiento de las articulaciones, músculos de brazos, manos o cabeza.

Ilustración: Es la acción y efecto de ilustrar (dibujar, adornar). El término permite nombrar al dibujo, estampa o grabado que adorna, documenta o decora un libro.

Informática: Es una ciencia que estudia métodos, procesos, técnicas, con el fin de almacenar, procesar y transmitir información y datos en formato digital.

Instructor: Persona que tiene por oficio enseñar una técnica o actividad.

Lectura labial: Lectura de un discurso oral mediante el reconocimiento visual de las palabras que pronuncia el interlocutor según la posición de sus labios, lengua y gestos faciales. Utilizada por personas sordas.

Leer: Es el proceso de percibir y comprender escritura, ya sea mediante la vista o el tacto (Braille).

Lengua de señas: O lengua de signos, es una lengua natural de expresión y configuración gesto-espacial y percepción visual (o incluso táctil por ciertas personas

con sordo-ceguera), gracias a la cual las personas sordas pueden establecer un canal de comunicación con su entorno social, ya sea conformado por otros individuos sordos o por cualquier persona que conozca la lengua de señas empleada.

Letra: es cada signo gráfico de un sistema de escritura. Los signos de varias escrituras, como algunas muy antiguas, son llamados silabo gramas (si describen una sílaba) o logogramas (si reflejan una palabra u oración, como algunos jeroglíficos).

Leyenda: Es una narración, de hechos naturales, sobrenaturales o mezclados, que se narra y se transmite de generación en generación en forma oral o escrita, generalmente el relato se sitúa de forma imprecisa, entre el mito y el suceso verídico que le confiere cierta singularidad.

Narración: Al resultado de la acción de narrar, esto es, de referir lingüística o visualmente una sucesión de hechos que se producen a lo largo de un tiempo determinado y que, normalmente, da como resultado la variación o transformación, en el sentido que sea, de la situación inicial. La narración se puede realizar con cualquier clase de signos, la lingüística considera que un "texto narrativo" responde a una clasificación basada en la estructura interna donde predominan secuencias narrativas.

Palabra: Es cada uno de los segmentos limitados por delimitadores en la cadena hablada o escrita, que puede aparecer en otras posiciones, y que está dotado de una función.

Prototipo: Es una representación de un sistema, aunque no es un sistema completo, posee las características del sistema final o parte de ellas.

Software: Se conoce como software al equipamiento lógico o soporte lógico de un sistema informático, que comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios que hacen posible la realización de tareas específicas, en contraposición a los componentes físicos que son llamados hardware.

Sordomudo: Es un término que designa a aquellas personas que no han desarrollado o han perdido la capacidad auditiva y vocal al mismo tiempo. No confundir con personas sordas, con discapacidad auditiva, sordo-ciegas, o mudas.

Técnica: Es un procedimiento o conjunto de reglas, normas o protocolos que tiene como objetivo obtener un resultado determinado, ya sea en el campo de las ciencias, de la tecnología, del arte, del deporte, de la educación o en cualquier otra actividad.

Video: Es la tecnología de la captación, grabación, procesamiento, almacenamiento, transmisión y reconstrucción por medios electrónicos digitales o analógicos de una secuencia de imágenes que representan escenas en movimiento.

11. FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

- Jeffrey L. Whitten, Lonnie F. Bentley, Victor M. Barlow
ANÁLISIS Y DISEÑO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN
Mc Graw Hill
México, 2003, Tercera Edición
- Daniel Cohen Karen, Enrique Asin Lovos
SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA LOS NEGOCIOS
Mc Graw Hill
México, 2005, Cuarta Edición

FUENTES ELECTRÓNICAS

- <http://multemas.blogspot.com/2010/09/las-tecnologias-para-las-personas-con.html>
- <http://cedec.ite.educacion.es/es/component/content/article/331-recursos-para-el-alumnado-sordo>
- http://www.parasordos.com/index.php?option=com_content&view=article&id=185:suena-letras-un-software-para-la-educacion-de-ninos-sordos&catid=15:temas-de-interes&Itemid=164

12. ANEXOS

12.1 INSTRUMENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS



ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA – FEPADE
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL

Objetivo: Recopilar información sobre los diferentes procesos que se realizan en La Sociedad de Sordos con sede en Gotera (SOSOGO).

Dirigida a: Director del Centro de Rehabilitación con sede en Gotera (SOSOGO).

1. ¿Cuáles son las actividades generales a las que se dedica el SOSOGO?

2. ¿De qué manera está dividida las actividades generales a las que se dedica el SOSOGO?

3. ¿Una cantidad aproximada de la población que atienden en el SOSOGO?

4. ¿Qué tipos de problemas atienden o presentan la mayoría de sus pacientes?

5. ¿Con qué frecuencia atienden a sus pacientes?

Diariamente

Semanalmente

Mensualmente

Otros: _____

6. ¿Considera que los tratamientos de recuperación de sus pacientes son rápidos y eficientes?

7. ¿Actualmente llevan un historial clínico actualizado y seguro de los padecimientos, tratamientos y progreso de recuperación de sus pacientes?

8. ¿Con que grado de accesibilidad se puede obtener información del historial clínico de un paciente?

- Muy Fácil, la información está actualizada y almacenada en una base de datos
- Normal, es necesario consultar el archivo físico
- Complejo, no se tiene clasificado por apellido, zona geográfica el historial de pacientes

9. ¿Cuentan con herramientas tecnológicas y equipo médico para contrarrestar las deficiencias de sus pacientes?

10. ¿Utilizan herramientas de software que permitan el desenvolvimiento y recuperación eficiente de sus pacientes?

Alfabeto dactilológico el abecedario de los sordomudos



ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA – FEPADE
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN APLICADA
INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN
**“Modelo georreferenciado de gestión de quejas y
denuncias ciudadanas para la Alcaldía Municipal
de Santa Tecla”**

SEDE Y ESCUELA PARTICIPANTE ESCUELA DE INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN
SEDE CENTRAL
DOCENTE INVESTIGADOR RESPONSABLE: ING. CARLOS ENRIQUE LEMUS
DOCENTES INVESTIGADORES PARTICIPANTES: ING. JHONY MIKEL ESCOBAR

SANTA TECLA, ENERO 2014

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	61
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	61
2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	61
2.2 ESTADO DE LA TÉCNICA - ANTECEDENTES	62
2.3 JUSTIFICACIÓN	62
3 OBJETIVOS.....	63
3.1.1 OBJETIVO GENERAL	63
3.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	63
4 HIPÓTESIS - PREGUNTA PROBLEMA	63
5 MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	63
5.1 IMPACTO DE LA TECNOLOGIA MOVIL EN UN PRESENTE DIGITAL	63
5.2 PLATAFORMAS DISPONIBLES PARA DESARROLLO DE APLICACIONES MOVILES.....	65
5.3 ARQUITECTURA DE UNA APLICACIÓN MOVIL.....	66
5.4 DESARROLLANDO APLICACIONES MOVILES.....	67
5.5 DESARROLLANDO APLICACIONES MULTIPLATAFORMA.	68
5.6 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS	70
5.7 REPRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LOS SIG.....	74
5.8 REPRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LOS SIG.....	78
6. METODOLOGÍA	78
7. ALCANCES - RESULTADOS ESPERADOS	79
7.1 ALCANCES.	79
7.2 RESULTADOS ESPERADOS	79
8. CRONOGRAMA / DURACIÓN DEL PROYECTO.....	81
9. ANEXOS.....	83
9.1. ANEXO 1	83
9.2 ANEXO No. 2	91
10. GLOSARIO.....	99
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102

1. INTRODUCCIÓN.

La Alcaldía Municipal de Santa Tecla ubicada en el departamento de La Libertad recibe un promedio de 10 quejas ciudadanas por día y cuenta con un histórico de 585 denuncias desde la apertura del sistema web actual en el año 2012, el cual debería de atender a un promedio de 26,277 habitantes que conforman un estimado del 20% de la población del municipio con acceso a internet; sin embargo solamente se cuentan 350 usuario que participan activamente en el proceso de denuncia ciudadana, indicando que menos del 2% de la población con acceso a internet demuestra interés en reportar problemas asociados a infraestructura y mejora de servicios municipales.

Esta falta de interés puede corresponder a diversos aspectos que pretenden esclarecerse con el proyecto; sin embargo se puede notar que el proceso actual presenta algunas deficiencias al momento de capturar información que contribuya a detallar los siniestros a reportar ya que de necesitar adjuntar una imagen o descripción precisa del suceso resulta de gran complejidad para el usuario final y puede causar que las autoridades pertinentes no puedan ubicar la denuncia impidiendo brindar el seguimiento adecuado.

Otro aspecto es la portabilidad ya que es necesario que el usuario haga uso de un equipo informático que en la mayoría de los casos es inaccesible al momento de realizar una denuncia ciudadana. Lo que ha despertado el interés de la comuna por buscar estrategias que simplifiquen el actual proceso de denuncia ciudadana a través de herramientas tecnológicas innovadoras que contribuyan al desarrollo municipal.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad la alcaldía municipal de Santa Tecla gestiona todos los servicios públicos a través de un call center que redirige las llamadas a las unidades de: Desechos sólidos, Alumbrado público, Espacios de convivencia, Red vial y Atención al ciudadano. Brindando un servicio que depende de la disponibilidad de operadores y de recurso administrativos que atienda las quejas y denuncias ciudadanas, lo que provoca que el usuario se vea involucrado en procesos demasiado largos y engorrosos.

Además se ha detectado que se invierte mucho tiempo en brindar detalles de la ubicación exacta de percances o inconvenientes generados en los casos de denuncias relacionadas a desechos sólidos, alumbrado público, espacios de convivencia y red vial.

2.2 ESTADO DE LA TÉCNICA - ANTECEDENTES

La alcaldía municipal de Santa Tecla es reconocida por su constante compromiso con la tecnología, por lo que cuenta con diversos sistemas informáticos que simplifican sus operaciones cotidianas, las cuales incluyen la gestión territorial de impuestos municipales y la atención o mantenimiento de los bienes públicos del mismo; esto ha motivado a los encargados de ciudad digital (departamento donde se desarrollan las aplicaciones informáticas) incorporar sistemas de información geográficos con la ayuda de mapas digitales proporcionados por el CNR, obteniendo una excelente respuesta en su corto periodo de utilización. Por lo que se ha decidido desplegar esta tecnología en otros sistemas de atención ciudadana como lo es el reporte de quejas y denuncias municipales; dicha necesidad fue planteada a la Escuela de Computación y en conjunto se acordó integrar una solución a través del uso de los recursos que brinda un dispositivo móvil y su practicidad para poder capturar y enviar información geográfica.

El procesos de captura de datos se pretende realizar a través de un dispositivo móvil con el objetivo de poder tener mayor detalle y confirmación de la las denuncias reportadas por la ciudadanía ya que podrá constatarse con una imagen obtenida de un teléfono móvil directamente del ciudadano, permitiendo descartar con mayor facilidad si un problema reportado es real o no. Es importante mencionar también que el proceso de recolección de información actual solo puede llevarse a cabo mediante el acceso a un computador y con referencias de la ubicación del suceso que a menudo son inexactas o poco detalladas, estas deficiencias se esperan superar utilizando los recurso de un teléfono móvil como lo son la cámara y el GPS.

2.3 JUSTIFICACIÓN

A través del presente proyecto se podrá tener acceso a una plataforma móvil que disminuirá sustancialmente los actuales procesos para la gestión de una queja ciudadana permitiéndole a la población adjuntar fotografías que evidencien la queja

reportada y capturar su posición automáticamente desde el GPS del teléfono o indicándose desde un mapa Online del municipio de Santa Tecla.

El personal de la alcaldía tendrá la posibilidad de ubicar en un mapa digital las quejas reportadas por los ciudadanos según la gerencia asociada a dicha queja, lo que permitirá visualizar el estado de la queja bajo indicadores de colores e índice de incidencia o inconvenientes presentadas por la población. Permitiendo que la alcaldía de Santa Tecla pueda brindar un servicio con mayor eficiencia.

3 OBJETIVOS

3.1.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un modelo de gestión de quejas y denuncias ciudadanas a través de dispositivos móviles para la Alcaldía Municipales de Santa Tecla.

3.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar el modelo actual de operaciones del Sistema de quejas y denuncias
2. Diseñar un modelo que se adapte a los requerimientos del Sistema de quejas y denuncias
3. Construir el modelo en base al diseño elaborado en su fase previa.
4. Realizar las pruebas al modelo informático con sus respectivas revisiones técnicas formales (RTF)
5. Documentar resultados de pruebas

4 HIPÓTESIS - PREGUNTA PROBLEMA

A través del presente proyecto se pretende comprobar que la aplicación de mapas georreferenciados en sistemas informáticos permite optimizar la captura de datos de las actuales quejas ciudadanas y simplificar los procesos de gestión referentes a las quejas reportadas.

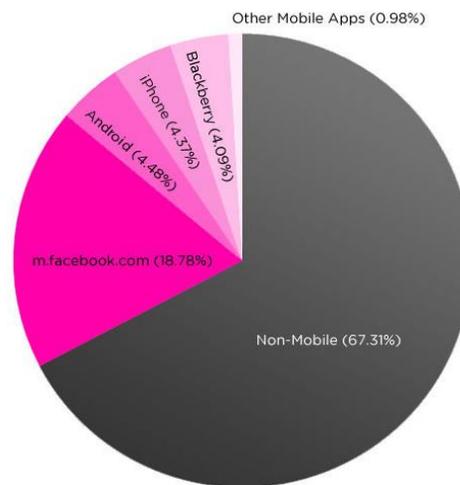
5 MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 IMPACTO DE LA TECNOLOGIA MOVIL EN UN PRESENTE DIGITAL

Una de las necesidades primordiales del ser humano es la comunicación, por lo que se considera el principal impulsador en su desarrollo tecnológico; esto ha permitido que la

comunicación evolucione en una era digital donde se busca con gran ímpetu la versatilidad, eficiencia y rapidez en el manejo de la información que van desde el Internet hasta la tecnología móvil. Disminuyendo cada día más la brecha digital que le permite a los seres humanos alcanzar estilos de vida orientados a la permanente conectividad, a través de servicios electrónicos o redes sociales.

No es de extrañar que hasta el 2011 estudios del Pew Internet & American Life Project reflejarán que el 90% de la población estadounidense cuenta con un teléfono celular (Amy Gahrn-CNN, 2011) y en América latina cerca de 400 millones de personas como mínimo cuentan con un teléfono móvil (Mobile Life, 2012), lo cual indica que en la actualidad los teléfonos móviles se han convertido en una herramienta de uso cotidiano que para muchos incluso ya es indispensable.



Para el 2011 los dispositivos móviles ya cubren un 32.69% de las visitas a facebook de los cuales los SmartPhone abarcan cerca del 19% - Estudio Realizado por Dan Zarrella

Si bien es cierto la telefonía en sus inicios solventaba la necesidad de comunicarnos a través de llamadas telefónicas, ésta evolucionó gracias a las modernas y económicas formas de comunicación y servicios desarrolladas a partir del Internet, lo que permitió la apertura de grandes oportunidades de negocio para desarrolladores de software y marcar un futuro para las aplicaciones orientadas a dispositivos portátiles, prueba de ello es que empresas como Microsoft, Google y Apple se encuentran en constante actualización de sus sistemas operativos con el fin de brindar plataformas para el desarrollo de aplicaciones mucho más intuitivas que le permitan al usuario mayor comodidad y sencillez en el manejo de sus app's



Grafico que representa las actividades para las cuales son utilizados los móviles según sitio oficial de Mobil life

Según estudios realizados a jóvenes de 14 a 17 años (EDUTECH, 2008) se ha determinado que existe una alta preferencia por la navegación en la red que asociadas a las altas tendencias del uso de dispositivos móviles permiten definir a la tecnología móvil como la principal herramienta para el acceso a servicios y negocios.

5.2 PLATAFORMAS DISPONIBLES PARA DESARROLLO DE APLICACIONES MOVILES

En el mercado existen una gran variedad de herramientas y emuladores gratuitos que pueden configurarse en diferentes IDE's, esto permite que los desarrolladores de software cuenten con diversas opciones de desarrollo y oportunidades para ofertar sus aplicaciones.

Entre algunas de las más populares podemos mencionar a Xcode de Apple que permite brindar un entorno de desarrollo proporcionando la alternativa de desarrollar una aplicación desde cero o a través de plantillas con algunas opciones predeterminados, la descargada es de forma gratuita pero es requisito registrarse en el sitio oficial de Apple (sitio de descarga <http://developer.apple.com/xcode/>), otra restricción con la que cuenta es que debe cancelarse una cuota anual para poder instalar aplicaciones directamente en un dispositivo de Apple, aunque debe mencionarse que es una inversión relativamente baja respecto a sus beneficios. Android SDK, también cuenta con una plataforma que funciona sobre Dalvik Virtual Machine o DVM que es se ejecuta de forma independiente de la Máquina Virtual de Java.

Android permite publicar sus app's en Google Play para lo cual el desarrollador cancela una cuota muy baja considerando que dicho Sistema Operativo se encuentra entre los más populares en el mundo de los SmartPhone. Otra apuesta por el desarrollo de software para móvil es la plataforma Windows Phone, la cual permite ofertar aplicaciones en el Windows Marketplace donde se cancela un monto anual pero también ofrece (hasta el momento en su versión 7) la oportunidad de incentivar a los estudiantes inscritos en DreamSpark, librándolos de dicho pago en su primer año.

5.3 ARQUITECTURA DE UNA APLICACIÓN MOVIL

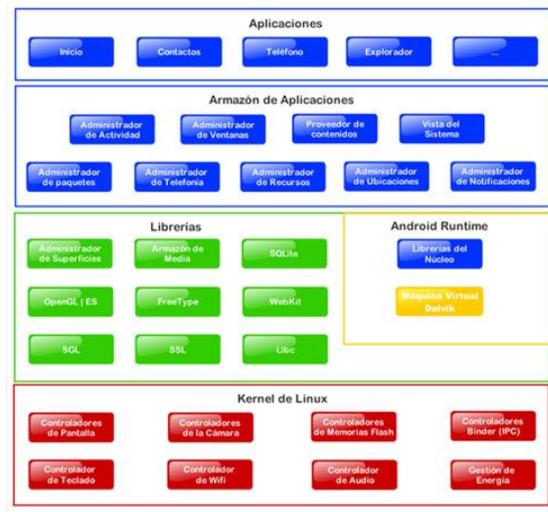
Actualmente existen cuatro plataformas móviles que lideran el mercado Android, Blackberry, iOS, Windows Phone. El presente apartado centrara su estudio en la plataforma Android no por ser la mejor sino porque la licencia libre bajo la cual está desarrollada esta plataforma permite tener acceso a múltiples fuentes de información y al estudio de su código fuente lo que ha permitido que la popularidad de esta plataforma crezca a pasos agigantados.

Android tiene una arquitectura basada en capas donde la base es una versión modificada del Núcleo de Linux creada con dos objetivos principales el primero de ellos es la manipulación directa del hardware del dispositivo a través de diferentes drivers y el otro es controlar el acceso al hardware que hacen las capas posteriores. Luego se presenta una capa formada por un conjunto de librerías que administran los servicios y controladores que necesitan las capas superiores; estas librerías, están creadas en C/C++ lo que permite que sean al mismo tiempo eficientes y livianas.

En el corazón de toda la arquitectura encontramos la capa de Android Runtime que contiene la máquina virtual Dalvik y se encarga de la compilación. Existe también una capa intermedia llamada Framework que permite a la capa superior donde se encuentran las aplicaciones que realizamos manipular a través de código JAVA, las librerías nativas.

El IDE más utilizado para el desarrollo de aplicaciones en dispositivos móviles con Android es por lo general ECLIPSE en su versión Indigo el cual puede descargarse

del sitio <http://www.eclipse.org/downloads/>, es gratuito y tiene un excelente soporte para emuladores que permitan ejecutar las app's en desarrollo.



“Arquitectura interna de la plataforma Android”

5.4 DESARROLLANDO APLICACIONES MÓVILES

Desarrollar una aplicación móvil dista mucho del desarrollo tradicional de aplicaciones ya que hay que tomar en cuenta algunos aspectos como la usabilidad de la interfaz de usuario, la memoria limitada del dispositivo, la cantidad de tareas que se ejecutan en segundo plano, la documentación y actualizaciones que respaldan una aplicación.

Para el caso específico de desarrollo de aplicaciones en Android existen tres grandes tareas que hay que tener en cuenta.

1. *Instalación de las herramientas de desarrollo:* El computador debe estar acondicionado con la máquina virtual de JAVA que provee el paquete JDK; una herramienta de desarrollo multiplataforma como Eclipse y los componentes necesarios del emulador de Android.
2. *Conocer la estructura de los proyectos de Android:* La siguiente tarea obedece a la comprensión de cada uno de los elementos que se generan en un proyecto de Android.



Representación de los componentes que conforman una Aplicación para Sistemas Operativos Android

Al mismo tiempo Android nos proporciona librerías que permiten que incorporemos en el desarrollo de aplicaciones la manipulación de archivos y bases de datos, sockets para la comunicación de red, una API muy avanzada para el manejo de multimedia, Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), Administración de los sensores de movimiento y aceleración incorporados en el dispositivo y los servicios del teléfono.

5.5 DESARROLLANDO APLICACIONES MULTIPLATAFORMA.



Imagen 5: Sistemas Operativos o Plataformas más representativas de los Smartphone's del mercado.

Es muy importante que al momento de desarrollar una APP para móviles se tome en cuenta que esta depende del sistema operativo de cada Smartphone y que cada una de las plataformas existentes tiene sus peculiaridades. Este hecho provoca en la industria del desarrollo de aplicaciones móviles la inversión de grandes esfuerzos en la personalización de las aplicaciones para cada tipo de móvil, lo que se ve reflejado en la elevación de los costos.

Es recomendable que antes de iniciar el desarrollo de una aplicación exista un estudio de las plataformas que ocupan los usuarios que utilizaran dicha aplicación y limitarse a ellas.

En la actualidad existen tres tipos de metodologías de desarrollo multiplataforma posible que se detallan a continuación:

<p>1. DESARROLLAR APPs NATIVAS</p> 	<p>Este es el escenario ideal que debe tener una aplicación, en este caso una APP tendría que ser desarrollada en cada lenguaje nativo de cada plataforma móvil, lo que nos proporciona un alto grado de calidad y rendimiento en las APPs que es un factor muy exigido entre los usuarios de Smartphones.</p> <p>Por otro lado como se ha mencionado anteriormente no todas las empresas dedicadas a este rubro pueden afrontar el gasto que supone esta alternativa.</p>
<p>2. DESARROLLAR APPs HIBRIDAS BASADAS EN WEB</p>	<p>Esta es una solución basada en la herramienta Web APP, que es un frameworks que permite escribir código en un solo lenguaje para después exportar a código nativo de las plataformas requeridas.</p> <p>Este tipo de desarrollo permite programar la APP como si se tratase de una aplicación Web; es importante respetar en el desarrollo los</p>

	<p>estándares HTML5, CSS3 y JavaScript Mobile, la solución final se embeberá dentro del componente Web View que es común a todas las plataformas móviles y será el navegador incorporada en cada sistema operativo móvil es que ejecute el código de la APP.</p> <p>El framework que más prestaciones presenta para este tipo de desarrollo es Phonegap.</p> <p>La desventaja de este tipo de desarrollo es que las aplicaciones son menos fluidas y con un diseño bastante distante de las aplicaciones nativas.</p>
<p>3. DESARROLLAR APPs HIBRIDAS INTERPRETADAS.</p> 	<p>En esta opción de desarrollo el código se escribe en JavaScript y posteriormente es transformado y compilado antes de ser empaquetado en una APP nativa. Este código será ejecutado al abrir la aplicación en un engine javascript del propio Smartphone.</p> <p>El framework que más prestaciones presenta en este tipo de desarrollo es Appcelerator.</p> <p>Este framework no permite exportar código a tantas plataformas como Phonegap, pero si permite crear aplicaciones bastante parecidas a las que se realizan con código nativo.</p>

5.6 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS

Un sistema de Información Geográfico es un sistema informático capaz de realizar una gestión completa de datos geográficos referenciados de manera que permite asociar una posición geográfica real de un fenómeno o situación en estudio en base a coordenadas asociadas a objetos que representan de forma dinámica los atributos de dicho fenómeno.

El Sistema de Información Geográfica separa la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, y facilitando al usuario final la posibilidad de relacionar la información existente a

través de la topología de los objetos, con el fin de generar capas nuevas de información de forma dinámica.

Por la capacidad de representar de manera dinámica la información geográfica y conocer la ubicación precisa de la misma, los SIG son considerados como la herramienta más útil en el modelado de escenarios territoriales en los que se pretenden brindar información de interés particular, que puede ir desde el seguimiento de fenómenos naturales hasta el control de cualquier tipo de información que afecten a la población de una región determinada.

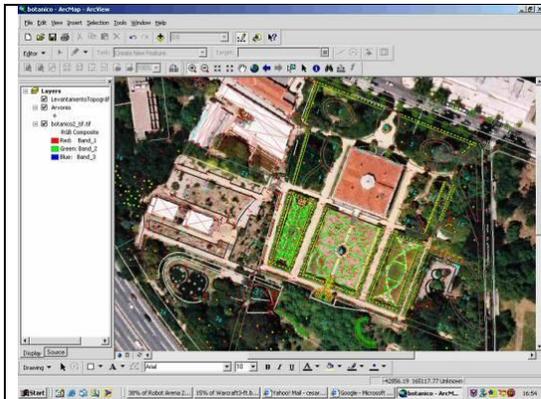
Componentes básicos de los SIG

Un SIG es un sistema que integra un grupo de sub. Sistemas esenciales para su correcto funcionamiento, entre estos se tiene: el software correspondiente al sistema, un equipo informático (hardware), atributos descriptivos, información georreferenciada de los elementos de estudio, así como su personal técnico y un diseño específico de la aplicación.



Principales componentes de un Sistema de Información Geográfico.

<p>1. EL SOFTWARE</p>	<p>Los programas de SIG proveen las funciones y las herramientas necesarias para almacenar, analizar y desplegar la información geográfica. Los principales componentes de los programas son:</p> <p>a) Herramientas para la edición y creación de mapas o capas temáticas</p>
-----------------------	--



El software más conocido y usado para este tipo de tarea es el ArcView y todas las aplicaciones creadas dentro del ArcGIS elaboradas por ESRI con el propósito de analizar, visualizar y consultar datos geográficos.

b) Un sistema manejador de base de datos (DBMS).

Como todo sistema de información los SIG cuentan con herramientas que permiten almacenar y gestionar los datos, con la diferencia que estos necesitan contar con manejadores de bases de datos capaces de soportar datos espaciales, es por ello que en la mayoría de casos esta cualidad es proporcionada por componentes creados para este fin, así por ejemplo el componente PostGis para PostGreSQL y la extensión MSSQLSPATIAL que permite gestionar datos en SQL2005, manejando directamente coordenadas y puntos de localización geográficas en el componentes y los atributos que los objetos representan en el gestor de base de datos.

c) Herramientas para visualizar mapas.

En la actualidad existen diversas maneras de representar mapas cargados en la Web a través de un archivo físico gestionados a través de herramientas como: ArcView, MapServer, AspMap, entre otros, aunque lo más novedoso es la extracción de mapas a través de GoogleMap ya que estos son obtenidos a través de imágenes satelitales en tiempo real.

d) Interfaz gráfica para el usuario (GUI) para acceder fácilmente a las herramientas.

Dicha interfaz puede implementarse con diferentes lenguajes de programación:

- Swing de java.
- Visual Basic .NET.
- Android.

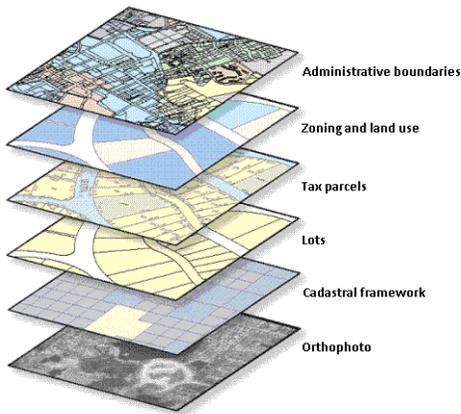
2. AL HARDWARE



Es donde opera el SIG. Hoy por hoy, programas de SIG se pueden ejecutar en un amplio rango de equipos, desde servidores hasta computadores personales usados en red o trabajando en modo "desconectado". Dentro del hardware opcional para el desarrollo GIS se puede incluir:

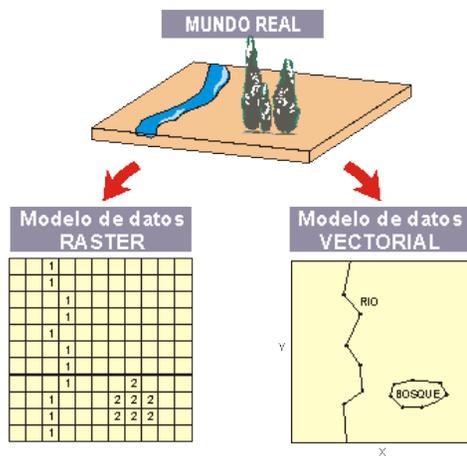
- Tabla digitalizadora.
- Escáner

3. LOS PROCEDIMIENTOS



Estos corresponden a la información que cada elemento tiene, representados por puntos, líneas o polígonos, en su forma más simple. Estos se almacenan en una tabla que se encuentra relacionada con el elemento por medio de un indicador común.

4. LOS DATOS



El sistema de información geográfico integra los datos espaciales con otros recursos de datos y puede incluso utilizar los manejadores de base de datos más comunes para manejar la información geográfica. Estos datos geográficos combinan coordenadas con atributos.

Los tipos de datos que se encuentran en un Sistema de Información Geográfica son:

- Vectorial: El interés de las representaciones se centra en la precisión de localización de los elementos sobre el espacio.
- Raster: Los puntos, líneas y áreas están definidos por celdas, cada celda tiene un tamaño que determina la resolución de la imagen.

5. EL RECURSO HUMANO



La tecnología de los SIG está limitada si no se cuenta con el personal que opera, desarrolla, administra el sistema, y que establece planes para aplicarlo en problemas del mundo real.

5.7 REPRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LOS SIG

La representación de la información que aparece en los mapas (contornos de cosas y lugares, superficies y ángulos) se representan actualmente con programas SIG, en los que se puede georreferenciar desde un árbol y su ubicación, hasta una ciudad entera como puede ser sus edificios, calles, plazas, puentes, jurisdicciones, etc. Por lo que La representación primaria de los datos en un SIG está basada en algunos tipos de objetos universales que se refieren al punto, línea y área. Los elementos puntuales son todos aquellos objetos relativamente pequeños respecto a su entorno más inmediatamente próximo, se representan mediante líneas de longitud cero. Por ejemplo, elementos puntuales pueden ser un poste de la red de energía o un sumidero de la red de alcantarillado.

Sistemas de proyecciones.

La superficie de referencia más comúnmente usada para la descripción de localizaciones geográficas es una superficie esférica. Esto es válido aun sabiendo que la figura de la tierra se puede modelar más como un elipsoide que como una esfera. Se sabe sin embargo que para la generación de una base de datos que permita la representación de elementos correctamente georreferenciados, y en unidades de medidas comunes como metros o kilómetros, debe ser construida una representación plana.

- Sistemas de proyecciones: La superficie de referencia más comúnmente usada para la descripción de localizaciones geográficas es una superficie esférica. Esto es válido aun sabiendo que la figura de la tierra se puede modelar más como un elipsoide que como una esfera. Se sabe sin embargo que para la generación de una base de datos que permita la representación de elementos correctamente georreferenciados, y en unidades de medidas comunes como metros o kilómetros, debe ser construida una representación plana. La

proyecciones a utilizar en los SIG deberán ser establecidas en base a el nivel de distorsión que ocasionen en las propiedades geográficas del área o lugar de estudio así también debe tomarse en cuenta el tamaño y ubicación de dicha área, por lo que actualmente las superficies de proyección más comunes son los planos, cilindros y los conos.

- **Sistemas de coordenadas:** Un sistema de coordenadas geográficas es un sistema de referencia usado para localizar y medir elementos geográficos. Para representar el mundo real, se utiliza un sistema de coordenadas en el cual la localización de un elemento está dado por las magnitudes de latitud y longitud en unidades de grados, minutos y segundos.

La longitud varía de 0 a 180 grados en el hemisferio Este y de 0 a -180 grados en el hemisferio Oeste de acuerdo con las líneas imaginarias denominadas meridianos. La latitud varía de 0 a 90 grados en el hemisferio norte y de 0 a -90 grados en el hemisferio sur de acuerdo con las líneas imaginarias denominadas paralelos o líneas ecuatoriales. El origen de este sistema de coordenadas queda determinado en el punto donde se encuentran la línea ecuatorial y el meridiano de Greenwich.

Características y contenidos de los mapas.

El mapa es un instrumento de análisis espacial, cuyo empleo se intensifica notablemente cada vez más en los planes y procesos de desarrollo, es también, un elemento de percepción de relaciones e interacciones de los fenómenos de la superficie terrestre.

Hay dos formas de clasificar los mapas, una es el mapa básico y la otra es el mapa temático.

El mapa básico, es aquella representación básica realizada por los servicios cartográficos de cada país. Como mapas básicos, se cuentan los topográficos, los marinos, los catastrales, los planos de ciudades y cartas de lugares. Los topográficos representan el relieve terrestre y los marinos el relieve submarino.

Los mapas temáticos, tienen su origen en el mapa básico, porque de él se toma el contorno superficial, la estructura cuadricular o cualquier otro elemento de interés que permite derivar un buen mapa de representación, y luego, sobre dicha configuración se puede mapear el fenómeno geográfico que se esté investigando. Fenómenos, tales como: La distribución o/y la variación de la población, la distribución de la producción agrícola; la variabilidad de las lluvias, la influencia de la litología, de la tectónica o del clima sobre las formas del relieve o del uso del

suelo etc. Las escalas de representación son muy variadas y comprenden desde las escalas pequeñas, pasando por las medianas hasta las escalas grandes.

Modelos de representación de la información geográfica.

La información geográfica con la cual se trabaja en los SIG puede encontrarse en dos tipos de presentaciones o formatos: Raster y Vectorial.

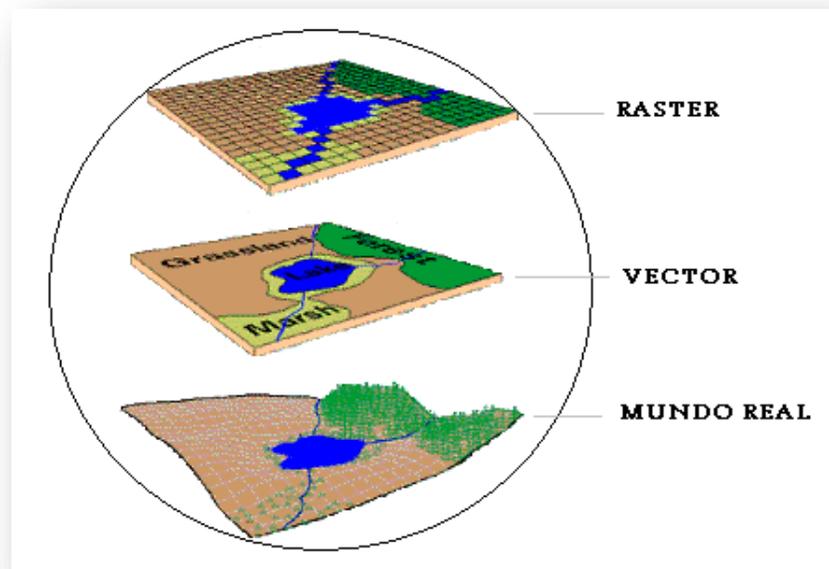


Imagen 9: Representación Raster y Vectorial.

- Representación Raster.

El modelo raster es un método para el almacenamiento, el procesado y la visualización de datos geográficos. Cada superficie a representar se divide en filas y columnas, formando una malla o rejilla regular. Cada celda ha de ser rectangular, aunque no necesariamente cuadrada. Cada celda de la rejilla guarda tanto las coordenadas de la localización como el valor temático. Los datos raster son una abstracción de la realidad, representan ésta como una rejilla de celdas o píxeles, en la que la posición de cada elemento es implícita según el orden que ocupa en dicha rejilla. En el modelo raster el espacio no es continuo sino que se divide en unidades discretas. Esto le hace especialmente indicado para ciertas operaciones espaciales como por ejemplo las superposiciones de mapas o el cálculo de superficies. Las estructuras raster pueden implicar en ocasiones un incremento del espacio de almacenamiento, ya que

almacenan cada celda de la matriz sin tener en cuenta si se trata de una entidad o simplemente de un espacio “vacío”.

- Representación de datos vectoriales.

La información gráfica en este tipo de formatos se representa internamente por medio de segmentos orientados de rectas o vectores. De este modo un mapa queda reducido a una serie de pares ordenados de coordenadas, utilizados para representar puntos, líneas y superficies. La captura de la información en el formato vectorial se hace por medio de: mesas digitalizadoras, convertidores de formato raster a formato vectorial, sistemas de geo posicionamiento global (GPS), entrada de datos alfanumérica, entre otros.

Los datos vectoriales constan de líneas o arcos, definidos por sus puntos de inicio y fin, y puntos donde se cruzan varios arcos, los nodos. La localización de los nodos y la estructura topológica se almacena de forma explícita. Las entidades quedan definidas por sus límites solamente y los segmentos curvos se representan como una serie de arcos conectados. El almacenamiento de los vectores implica el almacenamiento explícito de la topología, sin embargo solo almacena aquellos puntos que definen las entidades y todo el espacio fuera de éstas no está considerado. Hay dos formas de organizar esta base de datos doble (espacial y temática). Normalmente, los sistemas vectoriales tienen dos componentes: uno que almacena los datos espaciales y otro los datos temáticos. A éste se le denomina sistema de organización híbrido, por unir una base de datos relacional, para los aspectos temáticos, con una base de datos topológica, para los geográficos. Un elemento clave en este tipo de sistemas es el identificador de cada objeto. Éste es único y diferente para cada objeto y permite la conexión entre ambas bases de datos.

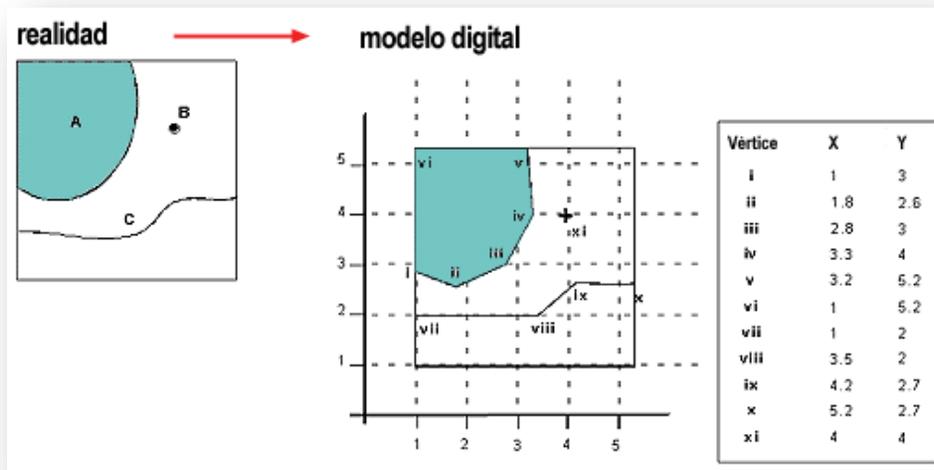


Imagen 10: Representación Vectorial.

5.8 REPRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LOS SIG

- Producción y actualización de la cartografía básica.
- Administración de servicios públicos (acueducto, alcantarillado, energía, teléfonos, etc.).
- Atención de emergencias (incendios, terremotos, accidentes de tránsito, etc.)
- Estratificación socioeconómica.
- Regulación del uso de la tierra.
- Control ambiental (saneamiento básico ambiental y mejoramiento de las condiciones ambientales, educación ambiental).
- Evaluación de áreas de riesgos (prevención y atención de desastres).
- Localización óptima de la infraestructura de equipamiento social (educación, salud, deporte y recreación).
- Diseño y mantenimiento de la red vial.
- Formulación y evaluación de planes de desarrollo social y económico

6. METODOLOGÍA

El proyecto se dividirá en las siguientes fases con el propósito de realizar el software bajo una metodología de desarrollo de software RUP y puedan cumplirse con cada una de las fases del ciclo de vida de un Sistema Informático:

Fase 1: Investigación Técnica.

Permitirá recolectar toda la información necesaria para determinar que tecnología permite facilitar el desarrollo de aplicaciones móviles y su integración a diferentes tamaños de pantallas, según Smartphone utilizados. Además en esta fase se pretende investigar la forma óptima de integrar la georreferenciación entre dispositivos móviles y servidores de mapas de escritorio.

Fase 2: Recopilación de datos.

Se desarrollará una entrevista directa con los encargados de Ciudad Digital y sus respectivos programadores para recabar toda la información pertinente al desarrollo del Aplicativo en estudio.

Fase 3: Análisis y Diseño del Sistema.

En el apartado de análisis y diseño del sistema se procederá a obtener toda la documentación técnica que permita modelar una solución óptima y viable.

Fase 4: Desarrollo y prueba del Aplicativo móvil.

En esta última etapa se procede a realizar la codificación del aplicativo y su respectiva prueba, para lo cual será necesario obtener la documentación relacionada la codificación

7. ALCANCES - RESULTADOS ESPERADOS

7.1 ALCANCES.

El presente proyecto será desarrollado exclusivamente para la alcaldía del Municipio de Santa Tecla por lo que su funcionamiento y recursos estarán adaptados solamente a sus actuales dimensiones territoriales, además se adaptará un aplicativo móvil bajo la misma línea de operatividad del actual sistema de quejas y denuncias; el cual se pretende desplegar para los Sistemas Operativos: IOS, Android y BlackBerry OS (según estudio previo).

Es preciso enfatizar que la aplicación le permitirá al usuario solamente registrar la queja y hacer uso del mapa exclusivamente para obtener las coordenadas necesarias para ubicar dicho suceso ya que la respuesta o resolución será notificada al correo electrónico.

7.2 RESULTADOS ESPERADOS

Como resultado de cada fase desarrollada en el proyecto se espera obtener diversos entregables que se concretaran en módulos informáticos o documentos técnicos:

- Análisis de herramientas de desarrollo para aplicaciones móviles: Permitirá recolectar toda la información necesaria para modelar los requerimientos e insumos para la fase de diseño, esta etapa permite analizar todas las alternativas posibles y obtener la más apta según las necesidades de la alcaldía con los recursos que cuente un dispositivo móvil.
- Estudio de georreferenciación integrando tecnología móvil: Este estudio nos permitirá sustentar la manera en la que se podrá desplegar la aplicación en los teléfonos móviles con mayor uso en el municipio de Santa Tecla, por lo que será necesario reflejar un estudio que nos permita conocer que dispositivo móvil tiene mayor impacto en la municipalidad.
- Análisis de los procesos actuales y selección de alternativa óptima para el desarrollo del software: Esta documentación será necesaria para conocer los procesos actuales con los que se gestionan las quejas y denuncias ciudadanas permitiendo establecer las entidades involucradas y su rol en el sistema, además se podrá integrar con mayor facilidad la aplicación en estudio a otros sistemas informáticos que requieran el intercambio de información.
- Diseño de Interfaces y modelado del software: La documentación del diseño permitirá obtener una visión general de los componentes y su integración con el sistema, realizando desde el diseño de la interfaz o ventanas que el usuario utilizará hasta el diseño del almacén de datos y su estructura geográfica respectiva. Como producto indirecto podrá brindar las bases generales para la creación de la base de datos y la forma en que esta se integrará a un sistema de coordenadas espaciales referentes a mapas.
- Base de datos del sistema en estudio: Una vez realizada el respectivo análisis y diseño de los datos se procederá a crear la base de datos tanto geográfica como relacional la cual se encargará de almacenar toda la información administrada por el sistema de quejas y denuncias.
- Aplicativo codificado: como producto más importante se pretende obtener el Sistema Informático terminado integrando a su vez la base de datos y otros componentes adicionales que serán establecidos en la fase de diseño.
- Informe de pruebas y conclusiones finales: La documentación de pruebas permitirá validar el funcionamiento desde diferentes perspectivas asegurando su funcionalidad e integridad de datos gestionados por el sistema. Luego de esta fase pueden aplicarse cambios para mejorar al sistema en aquellos aspectos que necesiten ser reforzados.

8. CRONOGRAMA / DURACIÓN DEL PROYECTO

N°	ACTIVIDAD	MESES											RESPONSABLE	
		FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
1	Identificación de necesidades													Investigadores ITCA-FEPADE
2	Reuniones previas													Investigadores ITCA – FEPADE y Alcaldía
3	Formulación de propuesta													Investigadores ITCA – FEPADE y Alcaldía
4	Desarrollo de Anteproyecto													Investigadores ITCA – FEPADE
5	Elaboración del equipo de trabajo													Investigadores ITCA-FEPADE
6	Análisis del sistema actual													Investigadores ITCA – FEPADE, alumnos y Alcaldía
7	Diseño de la solución													Investigadores ITCA – FEPADE, alumnos y Alcaldía
8	Desarrollo de la solución													Investigadores ITCA-FEPADE

9	Desarrollo de pruebas al Sistema construido												Investigadores ITCA – FEPADE, alumnos y Alcaldía
10	Distribución de Aplicativo móvil												Investigadores ITCA – FEPADE, alumnos y Alcaldía
11	Documentación Final												Investigadores ITCA – FEPADE y alumnos

9. ANEXOS

Proyecto de Investigación

Desarrollo de un modelo de gestión de quejas y denuncias ciudadanas a través de dispositivos móviles para la Alcaldía Municipal de Santa Tecla.

9.1. ANEXO 1

Informe:

Análisis de requerimientos del Sistema SIGQD

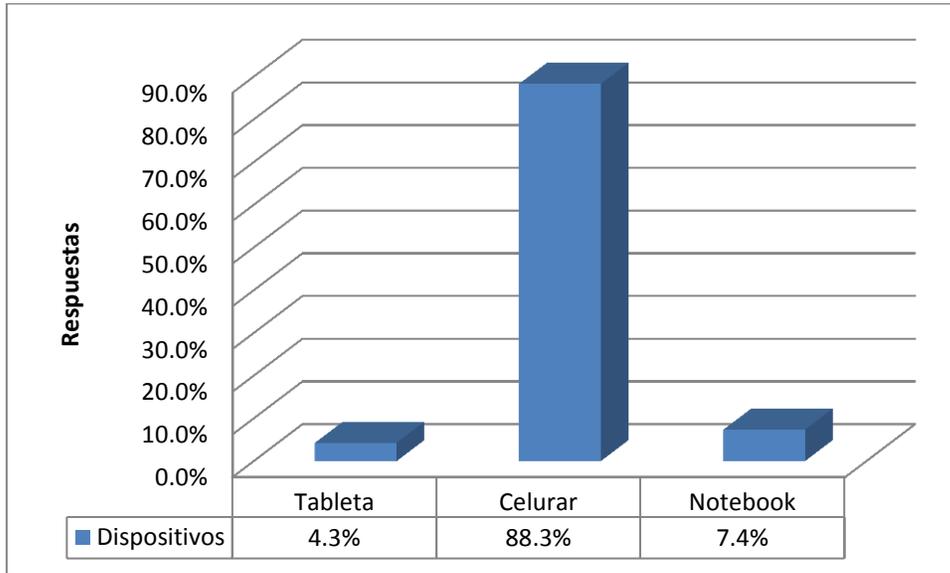
Departamento de Ingeniería en Computación

Objetivo: Analizar las alternativas óptimas que permitan validar la opinión de los usuarios en relación a los requerimientos y el futuro funcionamiento del sistema de información en estudio.

Identificación de Requerimientos.

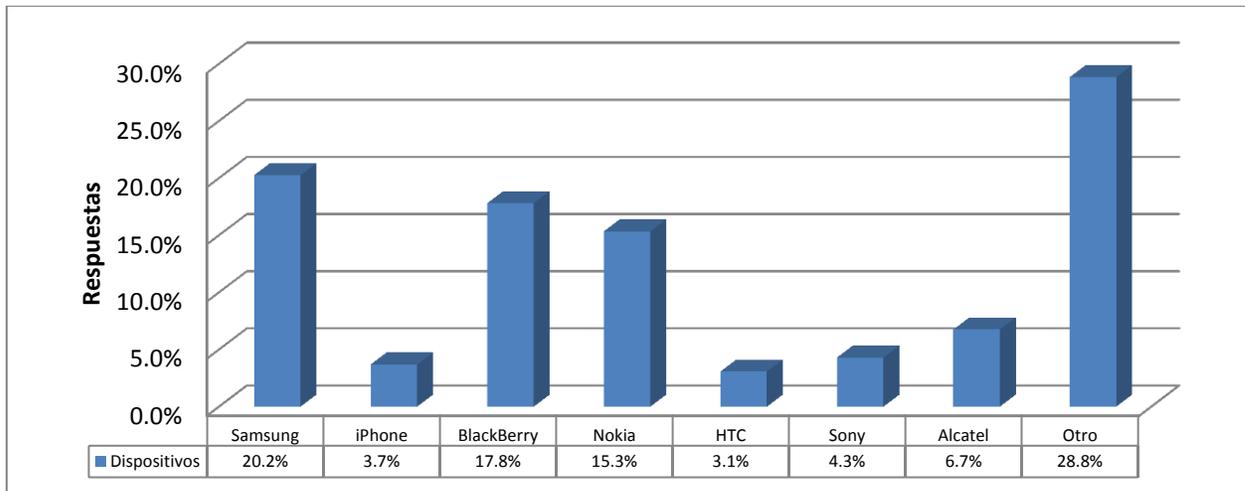
Con el objetivo de cubrir todas las exigencias de la población o usuarios finales de la aplicación en estudio se desarrolló en mutuo acuerdo con el personal de Ciudad Digital un instrumento que recolecta los aspectos necesarios a tomar en cuenta para la creación de la herramienta en estudio; logrando completar 163 encuestas que fueron publicadas en la plataforma virtual de la Escuela de Computación y en la página oficial de la Alcaldía Municipal de Santa Tecla, obteniendo los resultados siguientes:

Pregunta 1: ¿Qué tipo de dispositivo móvil utiliza con más frecuencia?



Análisis: Podemos observar que el dispositivo móvil más utilizado es el celular con un 88.3% de un total de 163 encuestas completadas, permitiendo centrar el desarrollo de la interfaz y procesos adecuados a los recursos de un celular.

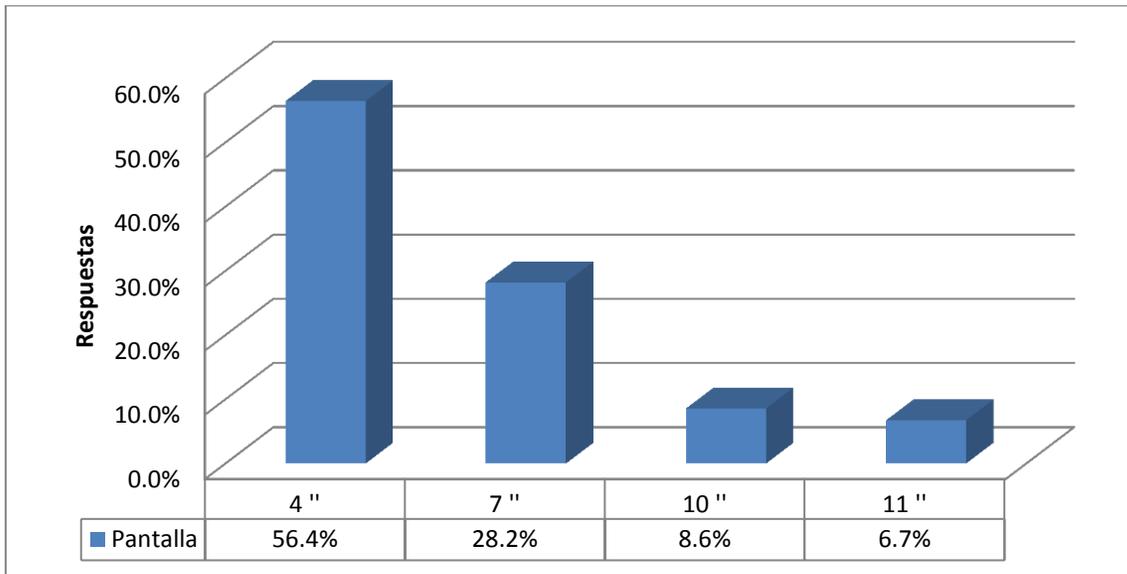
Pregunta 2: ¿Seleccione la marca de su dispositivo móvil?



Análisis: En la pregunta se tomaron como muestra las marcas: Samsung, iPhone, BlackBerry, Nokia, HTC, Sony, Alcatel y otros. Tomando en cuenta que las marcas seleccionadas admiten sistemas operativos con mayor impacto en nuestro medio. Como

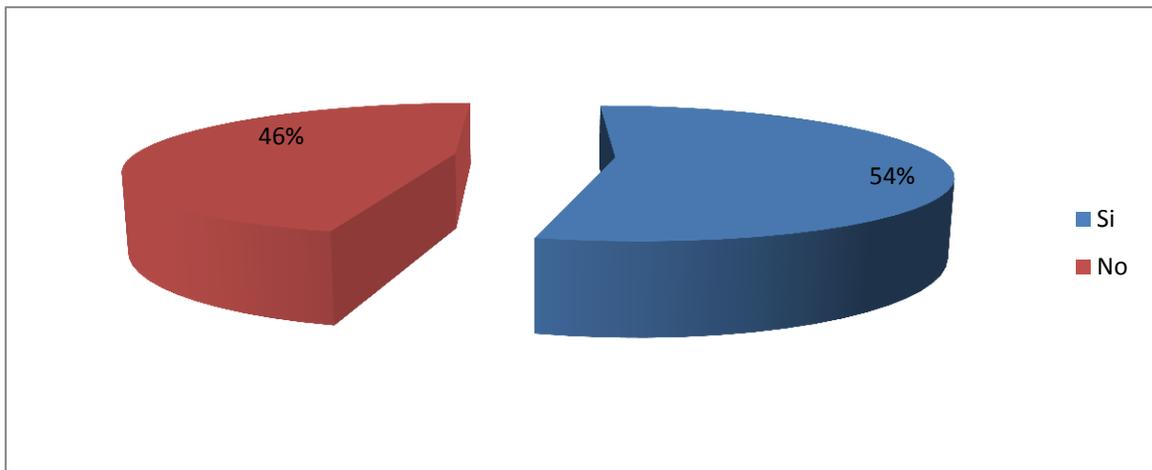
puede observarse la mayoría de las personas cuenta con teléfonos Samsung con un 20%, dentro de los teléfonos que cuentan con los recursos necesarios para el presente proyecto.

Pregunta 3: Seleccione el tamaño del dispositivo móvil que utiliza con más frecuencia.



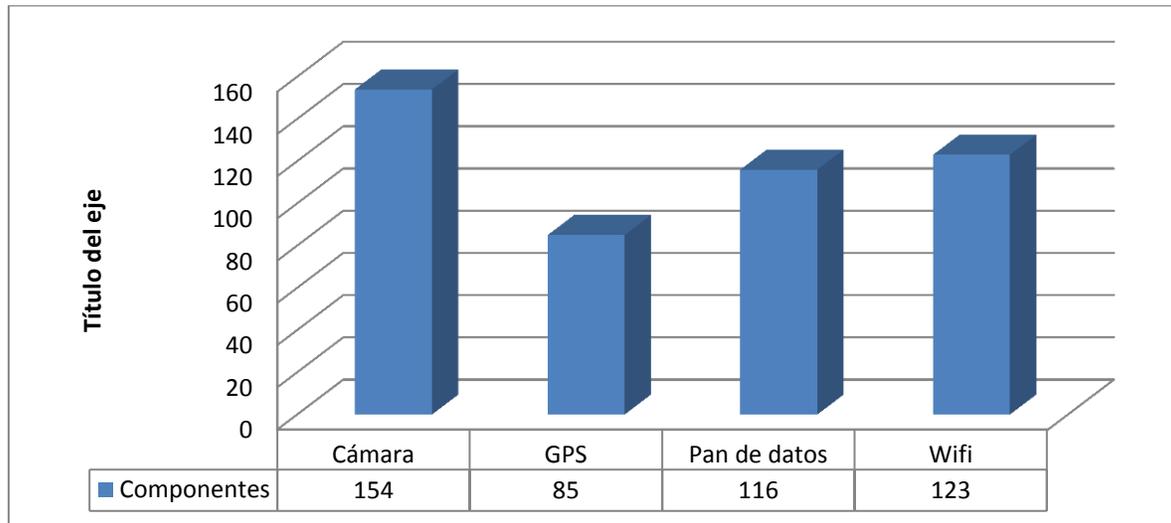
Análisis: La presente pregunta pretende medir el tamaño estándar que debería manejar como mínimo la aplicación móvil. Obteniendo como resultado que en su mayoría la población encuestada cuenta con dispositivos con una pantalla de 4 pulgadas con un total de 56.4% de un total de 163 encuestados.

Pregunta 4: ¿Es su dispositivo móvil de tecnología táctil?



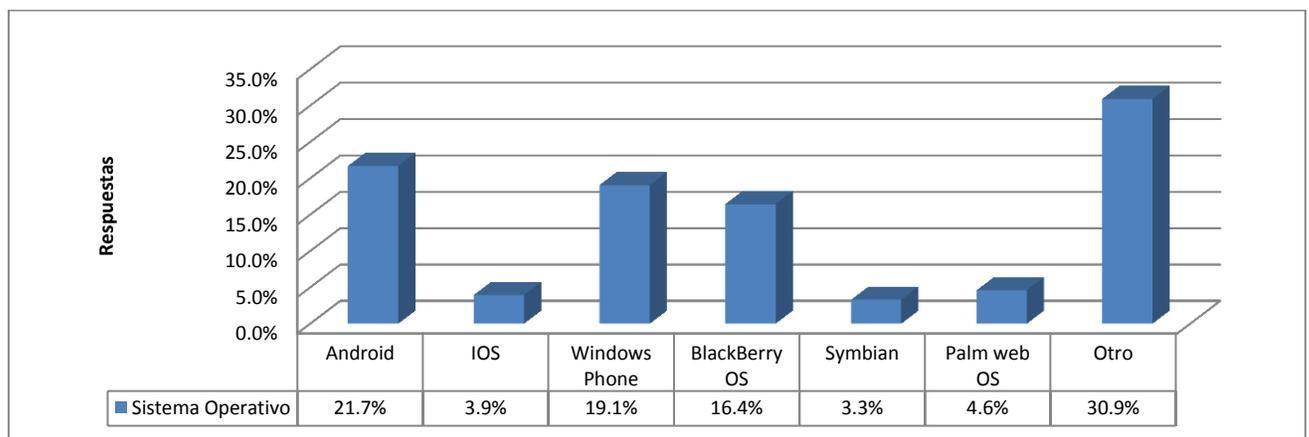
Análisis: Con la presente pregunta se pretende conocer la forma en la que los usuarios podrán interactuar con la futura aplicación móvil. Obteniendo como resultado que un 54% del total de encuestados tienen preferencia por un dispositivo con tecnología táctil.

Pregunta 5: ¿De las siguientes herramientas cuales posee su dispositivo móvil?



Análisis: Con la presente pregunta se valida que un total de 116 encuestados cuentan con acceso a internet y un total de 123 cuentan al menos con un dispositivo con conexión a internet. Además un número significativo cuenta con otros implementos como GPS y cámara.

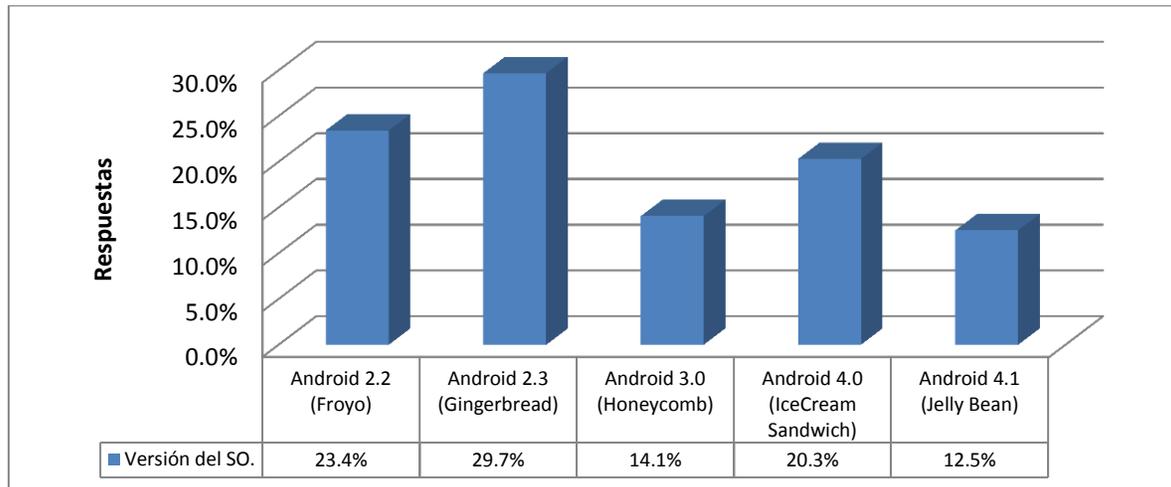
Pregunta 6: ¿Cuál es el sistema operativo que tiene instalado su dispositivo móvil?



Análisis: La presente pregunta permitió establecer el Sistema Operativo con mayor uso en nuestro medio, del cual Android obtuvo un 21.70% posicionándose en primer lugar con

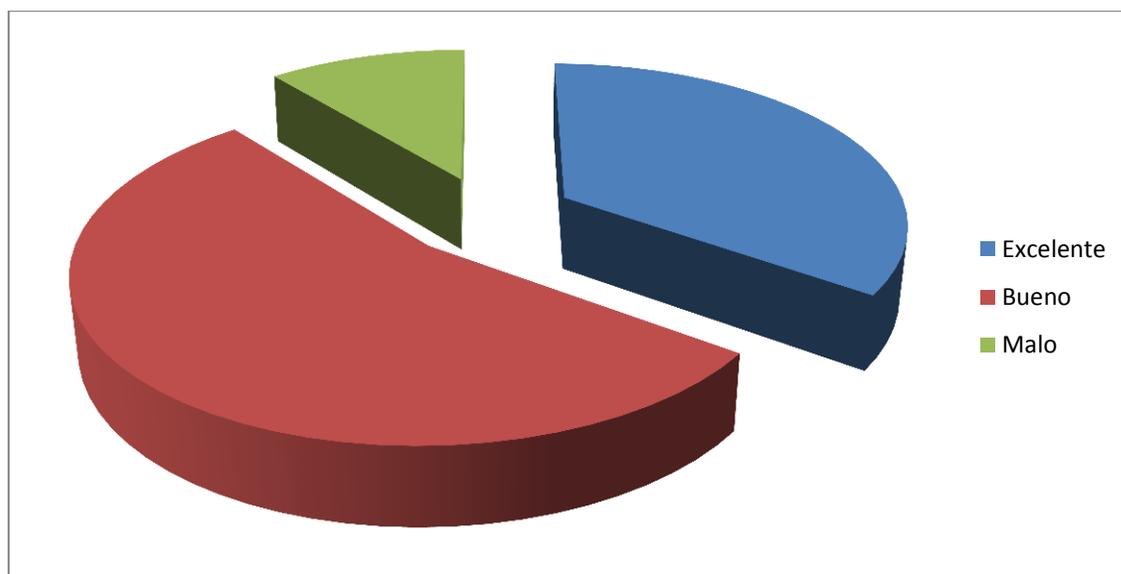
respecto al tipo de teléfono para los cuales se desea realizar el estudio, Windows Phone se encuentra en segundo lugar con un 19.1% y BlackBerry OS con un 16.4%. Por lo que esto nos permite enfocar el desarrollo de la aplicación en estos Sistemas Operativos.

Pregunta 7: Si el sistema operativo de su dispositivo móvil es Android, indique la versión.



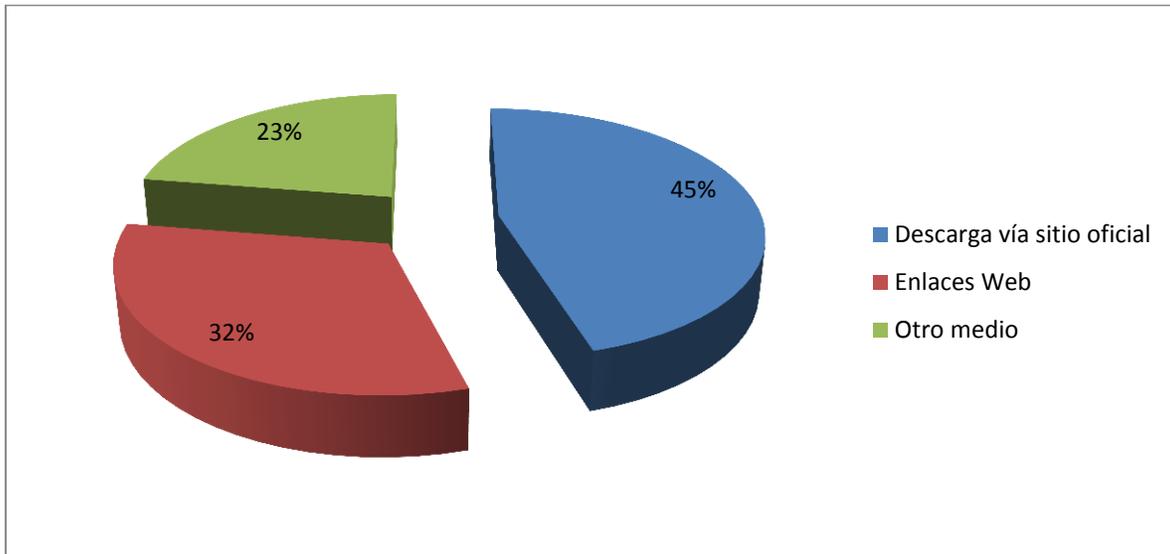
Análisis: En la presente pregunta se presentaron las diferentes versiones de Android con el objetivo de conocer la versión de sistema operativo que será nativa de la aplicación en a desarrollar. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: Android 2.3 (Gingerbread) con un total de 29.7%, en segundo lugar se encuentra la versión Android 2.2 (Froyo) con un 23.4% y en tercer lugar se encuentra Android 4.0 (Ice Crean sándwich). Por lo que se tomará como versión nativa Android 2.3 –Gingerbread.

Pregunta 8: Como califica el sistema operativo de su dispositivo móvil.



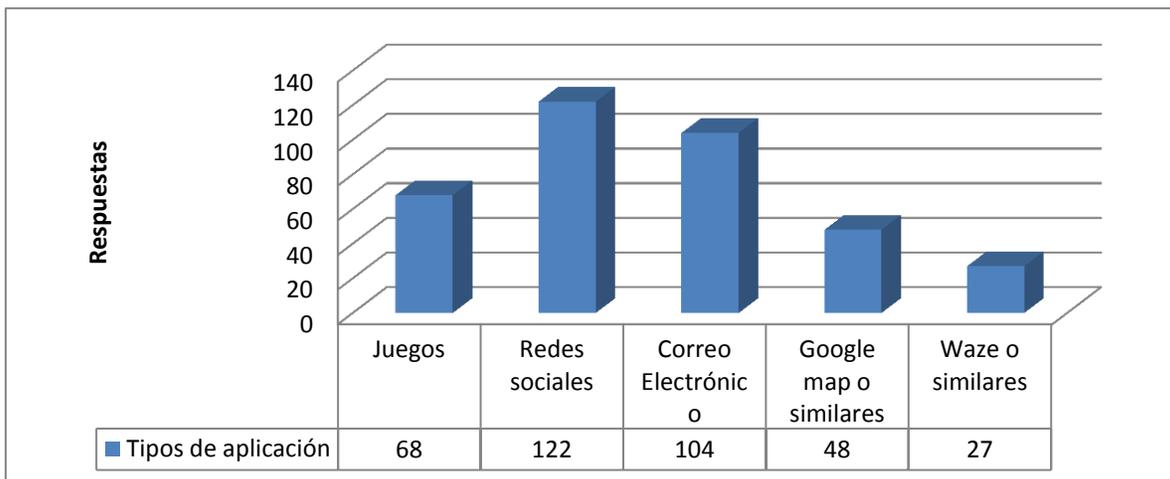
Análisis: Con la presente pregunta se pretende anticipar fallas o contar con una referencia del nivel de conformidad con el desempeño del dispositivo móvil con el que cuenta la población entrevistada. Obteniendo como opinión con mayor aceptación de “Bueno” con un total de 54.2% y una apreciación mínima de “Malo” con un 11.0%. Asegurando la factibilidad operativa del proyecto.

Pregunta 9: Como obtiene las aplicaciones que instala en su dispositivo móvil.



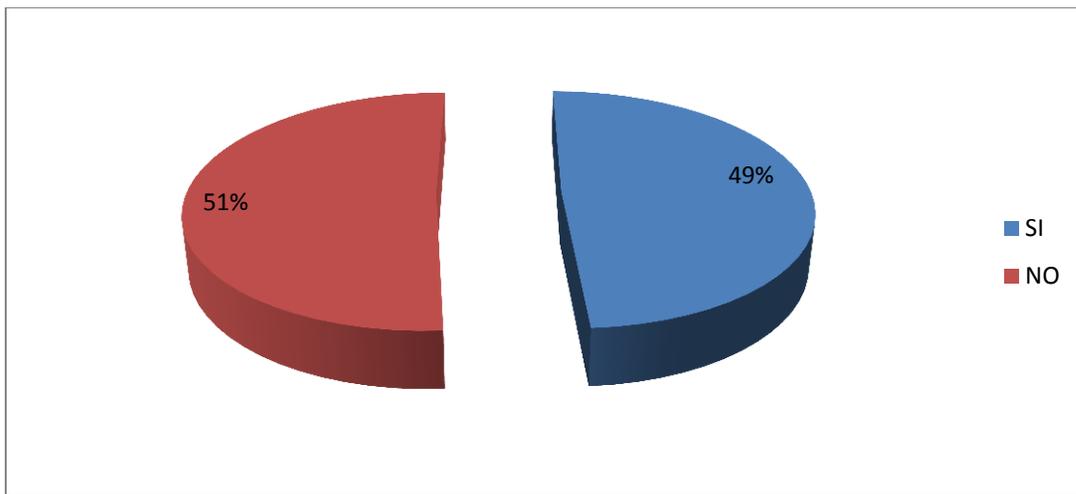
Análisis: La presente pregunta tiene como objetivo conocer el medio a utilizar para dar a conocer la aplicación, por lo cual se tomaron como referencia El sitio oficial de descarga de cada dispositivo y Enlaces Web u otros medios. Obteniendo como resultado que en su mayoría prefieren la instalación desde el sitio oficial.

Pregunta 10: ¿Qué tipos de aplicaciones utiliza con más frecuencia?



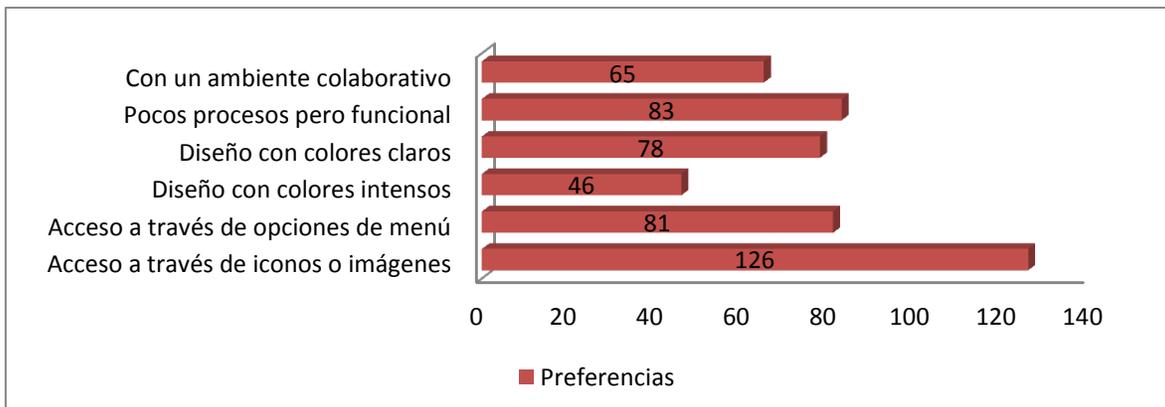
Análisis: El objetivo de la presente pregunta es conocer el entorno con mayor uso en los usuarios finales y corroborar además si es factible implementar una herramienta en la web. Según los resultados podemos observar que las aplicaciones con mayor uso son aquellas que tienen un enfoque colaborativo tal es el caso de las redes sociales que tienen una preferencia total de 122 personas y el correo electrónico con un total de 104 personas.

Pregunta 11: ¿Está familiarizado con aplicaciones que implementan mapas en su funcionamiento?



Análisis: La presente pregunta pretende medir el uso de mapas en dispositivos móviles en las aplicaciones actuales. Como resultado se obtuvo que el 51% de las personas encuestadas no se encontraban familiarizadas con el uso de mapas y el 49% restante contestó que si se encuentra familiarizada, lo que nos lleva a concluir que será necesario implementar ayudas y material interactivo que facilite el trabajo con aplicaciones que implementen mapas.

Pregunta 12: Marque los aspectos que considera relevantes en una aplicación móvil.



Análisis: La presente pregunta tiene como objetivo brindar una perspectiva de las preferencias en el uso de los controles y servir como insumo en el diseño de la aplicación en estudio. Como mayor indicador se refleja una aplicación con mayores controles gráficos (126 personas así lo prefieren) respecto al uso de menús (81 persona con esta preferencia), con pocos procesos o navegabilidad mínima (83 personas así lo prefieren), diseño con colores claros (78 personas así lo prefieren) y bajo un ambiente colaborativo (65 personas así lo prefieren).

Identificación de Procesos.

Para la realización del proyecto y su factibilidad operativa se debe realizar un análisis de los procesos involucrados en la aplicación móvil en estudio que actualmente se gestionan a través de un sitio web. Además se detallará los inconvenientes que se pretenden solventar al desplegar el sistema actual en un ambiente móvil.

Actividad	Inconvenientes detectados
Ingreso a Sitio web de Quejas y denuncias	Se debe contar con una computadora cerca del suceso o percance, lo que reduce la portabilidad.
Selección de dirección a la que compete la queja y denuncia	En muchas ocasiones no se logra asociar el suceso con una entidad responsable por falta de iconografía.
Completar formulario online de queja y denuncia para su posterior envío.	Este proceso es recurrente, por lo que debe completarse dicho formulario con los datos generales del usuario cada vez que se realiza una denuncia.
Gestión y seguimiento de la queja	No se cuenta actualmente con un seguimiento geográfico que facilite la ubicación y traslado de una denuncia de un departamento a otro.
Cierre de la queja	No se observa ningún inconveniente.

Tabla 1: "Identificación de procesos afectados en con SIGDQ"

Análisis del Entorno de Trabajo.

Actualmente la Alcaldía Municipal de Santa Tecla, cuenta con su centro de operaciones en Ciudad Digital la cual se encarga de administrar los sistemas de información y realizar las actualizaciones correspondientes según la demanda tecnológica del mercado, por lo que en conjunto con ITCA-FEPADE se está trabajando en ampliar sus servicios a un entorno móvil que permite mejorar el acceso de los mismos a la población en general. Con esto se pretende contar con algunos argumentos que permitan validar el suceso como la captura de imágenes y posicionamiento exacto capturado por GPS y georreferenciar dichos puntos enviados a servidores de mapas para un seguimiento mucho más eficiente de una queja o denuncia; estas mejoras servirán como plan piloto para integrar posteriormente otras aplicaciones e innovar en sus actuales servicios.

Proyecto de Investigación

Desarrollo de un modelo de gestión de quejas y denuncias ciudadanas a través de dispositivos móviles para la Alcaldía Municipal de Santa Tecla.

9.2 ANEXO No. 2

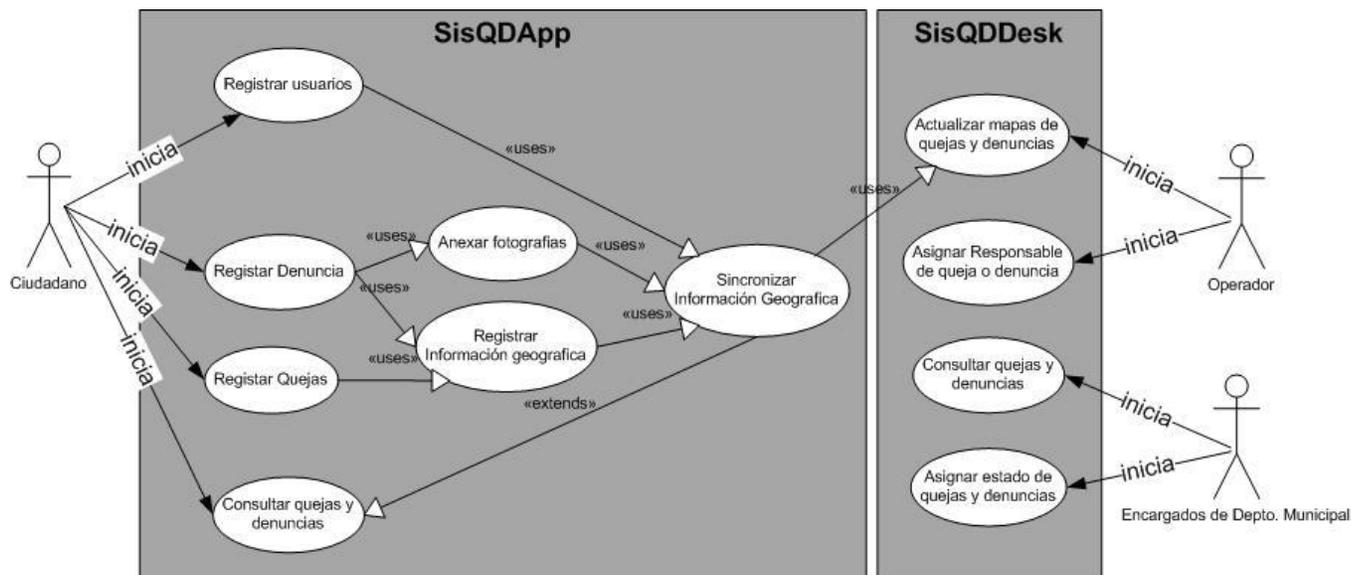
Informe:

Diseño del Sistema SIGQD

Departamento de Ingeniería en Computación

Objetivo: Modelar el diseño de la solución aplicada para el sistema de gestión de quejas y denuncias de la alcaldía municipal de Santa Teclas, aplicando técnicas de georreferenciación.

Diagrama de Casos de Uso.



Caso de Uso SisQDApp	Descripción
Registrar usuarios	Permite registrar al usuario, capturando la información del usuario que posteriormente será asociada a las quejas y denuncias reportadas
Registro Denuncias	Las denuncias serán reportadas de forma separadas a las quejas ya que estas se asociarán como contribuciones directas de la infraestructura municipal y control de desastres, por lo que se permitirá el anexo de fotografías además de la posición detectada por el GPS.
Registrar Quejas	Las quejas se atenderán por el departamento de atención ciudadana y otros relacionados, se podrá asociar a un usuario y su respectiva posición a través de GPS
Sincronización de Información Geográfica	El caso de uso permitirá ejecutar actividades relacionadas con la obtención y envío de información al servidor de base de datos geográfica
Caso de Uso SisQDDesk	Descripción
Actualizar mapas de Quejas y Denuncias	La actividad de actualización de mapas de quejas y denuncias permite que el servidor obtenga la información del aplicativo móvil y genere las viñetas necesarias que indiquen en que lugares se han presentado las denuncias y quejas reportadas.

Asignar responsable de quejas y denuncias	Una vez registradas las quejas y denuncias en el mapa, el operador deberá asignar los casos a los diversos departamentos si así lo estima conveniente.
Consultar quejas y denuncias	Se permitirá también realizar consultas de quejas y denuncias ya sea por estado, usuario, gerencia y localización. Pudiendo determinar por ejemplo que lugares reportan mayor denuncia y cuáles han sido solventadas.
Asignar estado de queja y denuncia	Todas las quejas y denuncias reportadas deberán estar iniciadas como pendientes hasta que se les dé el seguimiento apropiado y pueda cerrarse dicho reporte con un estado de solventado.

Diagrama de Clases.

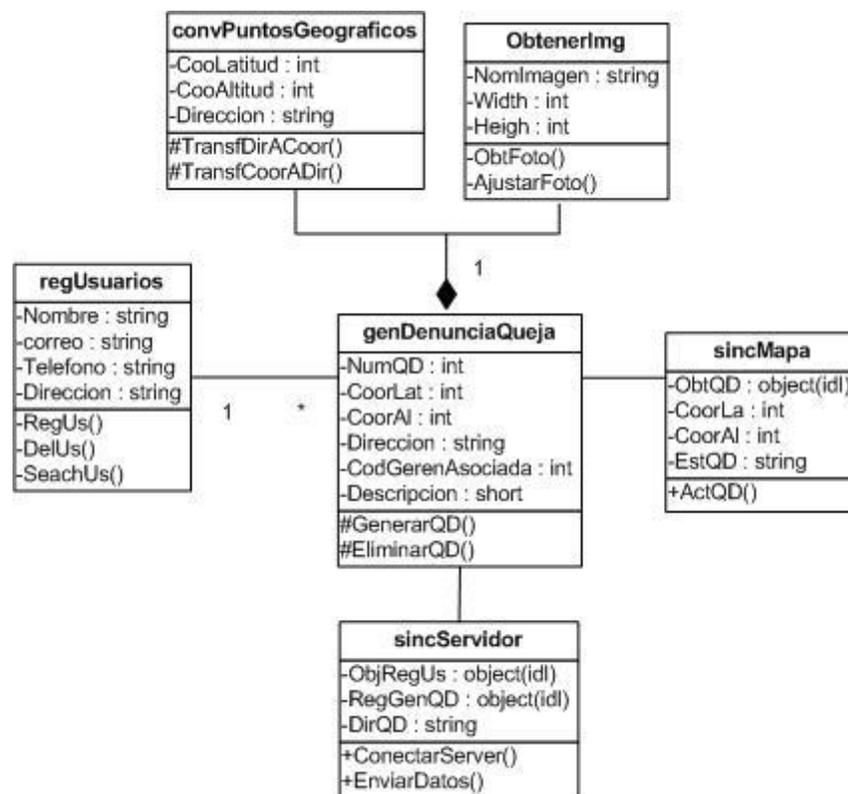
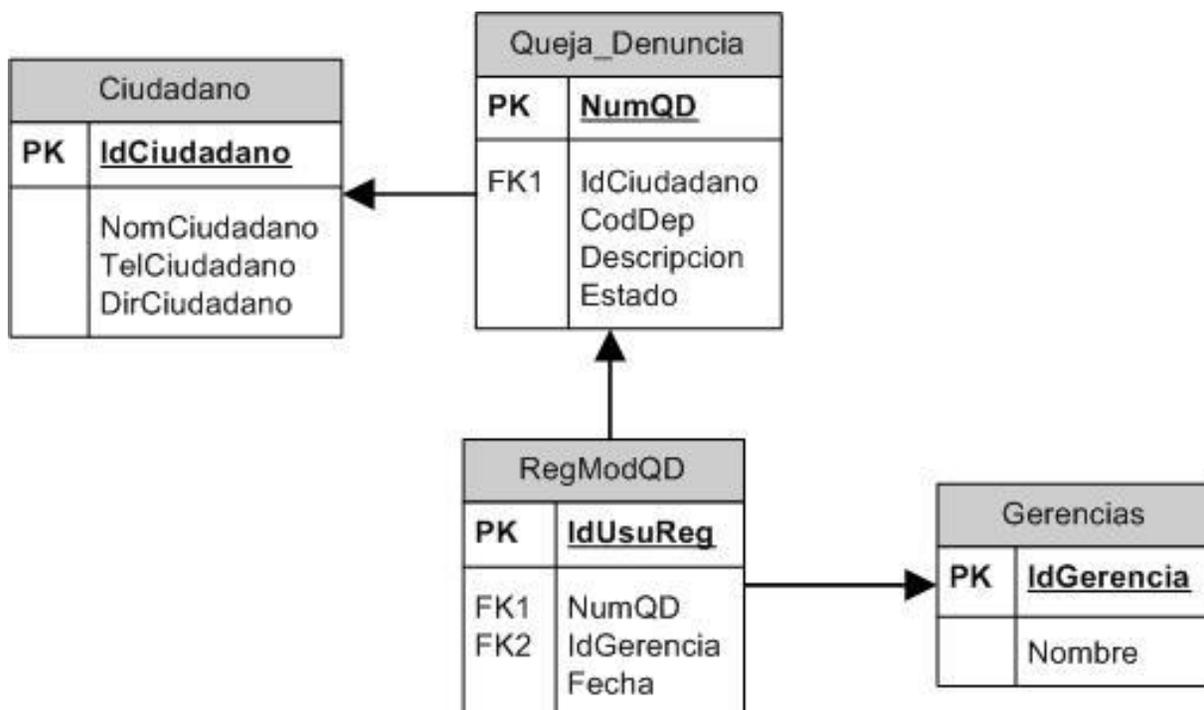


Diagrama de Base de Datos.



Es importante hacer notar que ya se cuenta con un sistema vigente de quejas y denuncias por lo que las presentes modificaciones a la base de datos deben adaptarse para migrar la información anterior minimizando la persistencia de datos, además es preciso aclarar que la información en los dispositivos móviles no implementará base de datos pero si un sistema de archivos temporales.

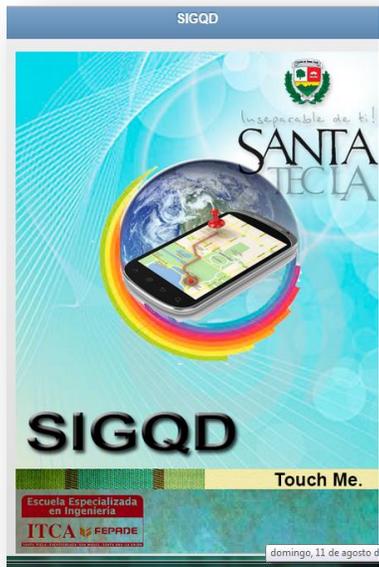
Diseño de la Interfaz

El presente proyecto se realizará con apoyo de tecnologías orientadas a la web, específicamente para dispositivos móviles tales como Phonegap por su facilidad de desarrollo y adaptación a los diversos tamaños de pantalla de cualquier Smartphone.

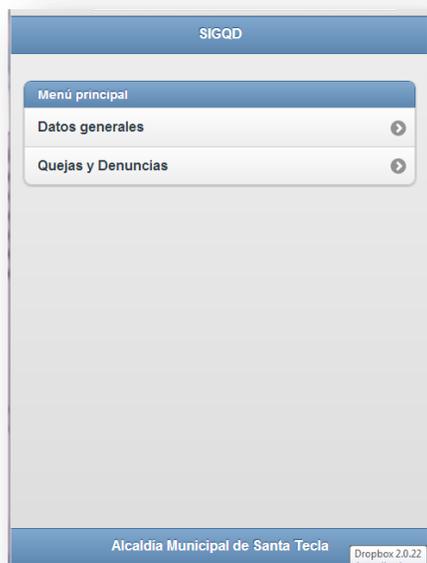
Por lo cual a continuación se detalla las diversas pantallas utilizadas para el desarrollo de la aplicación.

Pantalla

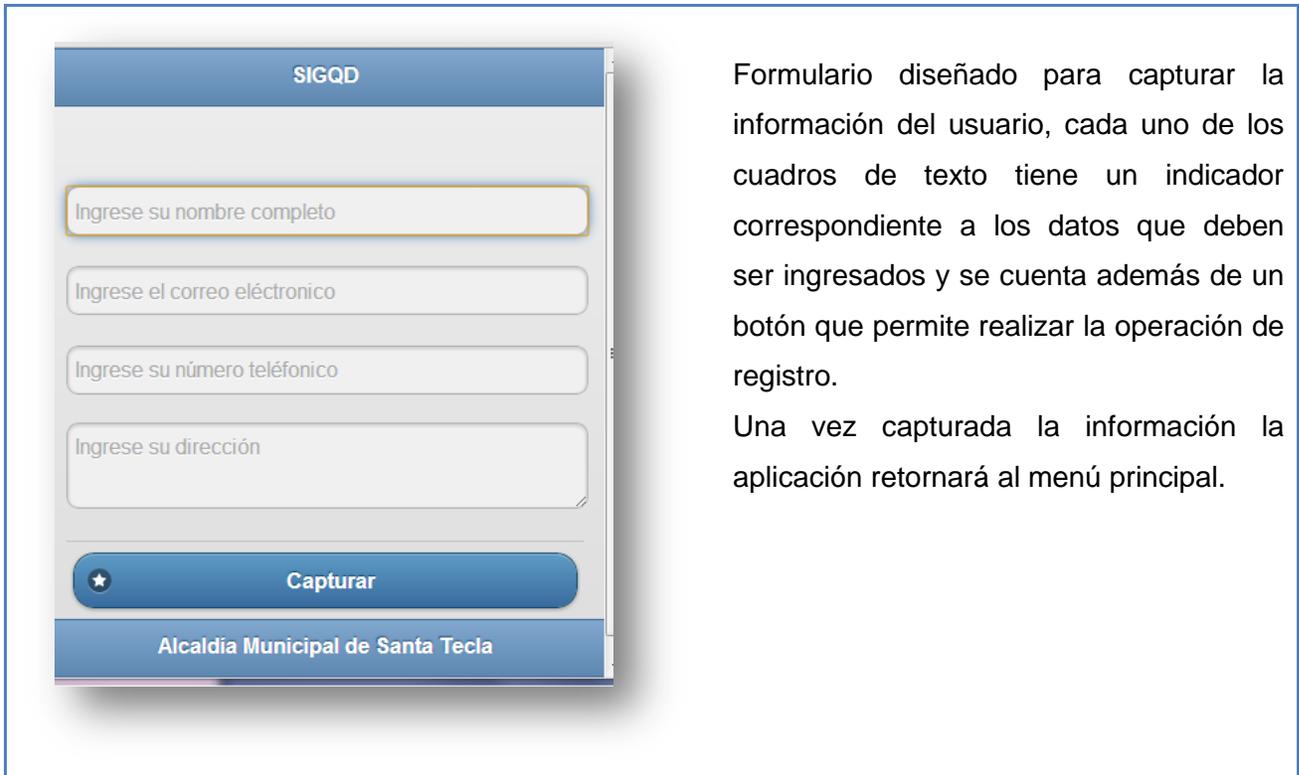
Descripción



Pantalla de inicio de la aplicación permite brindar un panorama general de la temática y las instituciones involucradas en el proyecto, además de mostrar el acrónimo de la aplicación (SIGQD). Para poder continuar con la siguiente pantalla el usuario deberá disparar un evento touch.



La siguiente pantalla muestra un menú que permite al usuario seleccionar que tipo de actividad desea realizar, la cual puede ser una queja y denuncia o ingresar los datos bajo los cuales se almacenarán las denuncias. Es importante recalcar que el usuario no deberá ingresar información relativa a su ubicación ya que el sistema tendrá que capturarla automáticamente.

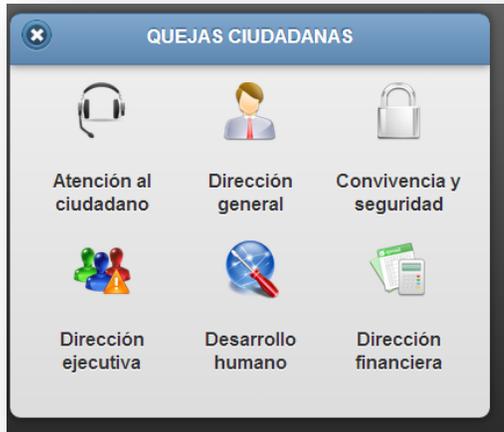


Formulario diseñado para capturar la información del usuario, cada uno de los cuadros de texto tiene un indicador correspondiente a los datos que deben ser ingresados y se cuenta además de un botón que permite realizar la operación de registro.

Una vez capturada la información la aplicación retornará al menú principal.



En la sección de quejas y denuncias el ciudadano podrá acceder a un mapa que desplegará información de las quejas y denuncias registradas en el territorio de Santa Tecla, además se mostrarán dos botones: quejas y denuncias para poder realizar una nueva queja o denuncia ciudadana.



El botón de quejas ciudadanas desplegará el presente menú que le permitirá acceder a las opciones representadas en la imagen, este menú emergente le permite al usuario ubicar con mayor facilidad la gerencia correspondiente a su queja.



Por otro lado el menú de denuncias ciudadanas estará enfocado a gerencias que implementen directamente información geográfica para acudir oportunamente a un desastre natural o servicio público que la municipalidad requiera.



Al ingresar a cualquier opción de los menús de quejas y denuncias ciudadanas se mostrarán las diversas gerencias respectivas en forma de lista, permitiendo que el reporte se genere exactamente para el departamento o gerencia pertinente.

Arquitectura de SIGQD.

El presente Sistema informático consiste en la integración de un aplicativo instalable en dispositivos móviles (apk) que permitirá recolectar la información de los ciudadanos haciendo

uso de todas las herramientas, como la cámara y el GPS. Lo cual permitirá justificar los reportes generados y obtener con mayor exactitud la ubicación del mismo; sin embargo las autoridades de la alcaldía de Santa Tecla desean centralizar este servicio con sistema de información geográfico que les permita a futuro contar con toda la información geográfica de la zona de Santa Tecla en un único sistema informático territorial.

Tomando en cuenta las anteriores consideraciones se presenta la arquitectura propuesta para el actual proyecto:



Figura 1. Arquitectura de Sistema de Quejas y Denuncias de Alcaldía de Municipal de Santa Tecla.

La conexión realizada entre la aplicación móvil y el servidor se realizará a través de un web service, lo que permitirá un almacenamiento controlado y ubicar solamente los procesos necesarios en el dispositivo móvil; sin embargo es necesario aclarar que la aplicación requerirá acceso a una conexión web ya sea por red de datos o Wifi.

10. GLOSARIO

APP:	Aplicaciones móviles.
APP Engine:	Permite la ejecución de aplicaciones Web en la infraestructura de Google sin necesidad de utilizar ningún servidor.
Arco:	Término específico de ARC/INFO que se utiliza como sinónimo de línea.
Bases de datos georreferenciadas:	Es un sistema gestor de bases de datos tradicional al que se le incorpora la funcionalidad para el almacenamiento de datos geográficos, estas son del tipo relacional. No obstante, las bases de datos orientadas a objetos se están incorporando progresivamente.
Código nativo:	Es una forma de código fuente que se configura para funcionar con el uso de un procesador específico.
Código:	Son las líneas de texto que contienen instrucciones que debe seguir la computadora para ejecutar un programa.
Coordenadas:	Pares de números que expresan las distancias horizontales a lo largo de ejes ortogonales, o tríos de números que miden distancias horizontales y verticales, o n-números a lo largo de n-ejes que expresan una localización concreta en el espacio n-dimensional. Las coordenadas generalmente representan localizaciones de la superficie terrestre relativas a otras localizaciones.
CSS3:	Es la tecnología desarrollada por la W3C (World Wide Web Consortium) con el fin de separar la estructura de la presentación de una página Web, esta nueva definición de hojas de estilo ofrece una gran variedad de opciones muy importantes para las necesidades del diseño actual que van desde sombreados y redondeados hasta funciones de movimiento y transformación.
DVM:	Máquina Virtual Dalvick, es el corazón de toda la arquitectura de Android y es la encargada de compilar y ejecutar las aplicaciones.
Escala:	Es el resultado de agrupar dos conceptos claramente distintos. Por un lado la extensión espacial, que es el área cartografiada y por otro lado la resolución o tamaño de la unidad mínima cartografiada.

Framework:	Llamado también infraestructura digital, es una estructura conceptual y tecnológica que da soporte al desarrollo de software, típicamente incorpora programas, bibliotecas, librerías, y un lenguaje interpretado que ayudan a desarrollar y unir los componentes de un proyecto.
Geo posicionamiento:	<p>Por posicionamiento se entiende la determinación en el espacio de objetos móviles o estacionarios. Estos objetos pueden ser determinados de las formas siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. En relación a un sistema de coordenadas, generalmente tridimensional. 2- En relación a otro punto, tomando uno como origen de un sistema de coordenadas locales.
Google Play:	Plataforma donde se publican las APP creadas por los desarrolladores de todo el mundo.
GPS:	Es un sistema global de navegación por satélite que permite localizar con precisión un dispositivo en cualquier lugar del mundo.
HTML5:	Es la quinta revisión importante del lenguaje básico para la creación de páginas Web, la variante más importante incorporada en HTML5 es la posibilidad de trabajar con HTML y XHTML.
IDE:	Entorno Integrado de Desarrollo.
JavaScript:	Es un lenguaje de programación interpretado incorporado en los navegadores Web que permite mejoras en la interfaz de usuario y la creación de páginas Web dinámicas.
Línea:	Conjunto de pares de coordenadas ordenados que representan la forma de entidades geográficas demasiado finas para ser visualizadas como superficies a la escala dada (curvas de nivel, ejes de calles, o ríos), o entidades lineales sin área (límites administrativos). Una línea es sinónimo de arco.
Mapa digital:	Almacenamiento de información espacial como dibujos electrónicos hechos a base de elementos gráficos sencillos (líneas, puntos, círculos, etc.) organizados en capas, con el objetivo de una salida impresa o por pantalla.
NDK:	Kit de Desarrollo de Redes Novel.

Polígono:	Entidad utilizada para representar superficies. Un polígono se define por las líneas que forman su contorno y por un punto interno que lo identifica. Los polígonos tienen atributos que describen al elemento geográfico que representan.
Punto:	Abstracción de un objeto de cero dimensiones representado por un par de coordenadas X, Y. Normalmente un punto representa una entidad geográfica demasiado pequeña para ser representada como una línea o como una superficie; por ejemplo, la localización de un edificio en una escala de mapa pequeña, o la localización de un área a la que una instalación da servicio en una escala de mapa media.
SDK:	Kit de Desarrollo de Software de Android.
Sensores:	Son los dispositivos incorporados en los Smartphone mediante los cuales podemos obtener información del mundo exterior (no se incluyen la cámara, el micrófono y el GPS).
Sistema Operativo Móvil:	Es un sistema operativo que controla un dispositivo móvil, estos se basan en el modelo de capas donde se encuentra el Kernel que controla el hardware del dispositivo en la parte principal del sistema, el Middleware que hace posible la existencia de aplicaciones para móviles, el entorno de ejecución que es el gestor de las aplicaciones instaladas y finalmente la interfaz de usuario.
SmartPhone:	Teléfono móvil construido sobre una plataforma informática móvil, con capacidad para almacenar datos y realizar actividades semejantes a una mini computadora.
Vector:	Son los datos geográficos que se representan en forma de coordenadas. Las unidades básicas de información geográfica en los datos vectoriales son puntos, líneas (arcos) y polígonos. Cada una de éstas se compone de uno o más pares de coordenadas.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[M. Wargo 10]

Nombre de la obra : Phonegap Essentials: Building Cross-Plataform.
Autor : John M. Wargo.
Casa editorial : Addison Wesley.
País: : UUEE.
Año edición : 2010

[Ableson 11]

Nombre de la obra : Android Guia P/Desarrolladores
Autor : W. Frank Ableson
Casa editorial : ANAYA
Año edición : 2011

[Amaro 12]

Nombre de la obra : Android: Programación de dispositivos móviles a través de ejemplos.
Autor : Amaro Jose.
Casa editorial : AlfaOmega.
Año edición : 2012

[Gironés 13]

Nombre de la obra : El gran libro de android
Autor : Tomás Gironés, Jesus
Casa editorial : MARCOMBO, S.A.
Año edición : 2013

Sitiografía:

Nombre del sitio : Developers for android
Enlace : <https://developer.android.com/google/play-services/setup.html>
Fecha visita : 10 de febrero de 2013

Nombre del sitio : Google Developers
Enlace : <https://developers.google.com/maps/?hl=es>
Fecha visita : 25 de Marzo de 2013

Nombre del sitio : JQuery Official Site
Enlace : <http://jquerymobile.com/>
Fecha visita : 9 de febrero de 2012



ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA – FEPADE
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN APLICADA

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

**“ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y
PROPUESTA DE ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS
INTEGRALES VIABLES ECONÓMICAMENTE PARA
ITCA-FEPADE CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL”**

SEDES Y ESCUELAS PARTICIPANTES: ESCUELA DE COMPUTACIÓN
CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL

DOCENTE INVESTIGADOR: LIC. ROBERTO CARLOS GAITÁN QUINTANILLA

DOCENTES PARTICIPANTES: ING. ROBERTO RIVERA ROMANO
ING. FREDY ORESTES AMAYA CHICAS

SAN MIGUEL, ENERO 2014

INDICE**PAGINA**

1. INTRODUCCIÓN	107
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	107
2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	107
2.2 ANTECEDENTES	111
2.3 JUSTIFICACIÓN.....	112
3. OBJETIVOS	113
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	113
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	113
4. HIPÓTESIS	114
5. MARCO TEÓRICO.....	114
6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	162
7. RESULTADOS Y ALCANCES ESPERADOS.....	165
8. CONCLUSIONES	238
9. RECOMENDACIONES.....	238
10. GLOSARIO	239
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	242
12. ANEXOS	244

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento contiene información concerniente al proyecto de investigación de las carreras de Técnico en Ingeniería Eléctrica y Técnico en Ingeniería Civil, realizado por docentes en colaboración con los estudiantes del centro regional de San Miguel, con el tema “Análisis de la eficiencia energética propuestas de alternativas energéticas integrales viables económicamente para ITCA-FEPADE Centro Regional San Miguel”. El objetivo principal era buscar alternativas para obtener una mayor eficiencia energética en la regional.

En este documento se encuentra contenida la siguiente temática: El planteamiento del problema de la investigación, en el cual se define de forma detallada la situación o problema a resolver con la eficiencia energética; Los antecedentes de la institución que forman parte de la investigación preliminar y documentación necesaria para la realización del proyecto; La justificación del problema que responde a las preguntas del porqué de la investigación, quiénes son los beneficiarios directos e indirectos con este tipo de investigación. Se plantea también la hipótesis, la cual constituye uno de los ejes principales de toda investigación. Está plasmada en ella la pregunta a la cual se le dará respuesta con el desarrollo del proyecto. En el marco teórico está plasmada la teoría base y que fundamenta toda investigación, la cual se ha tomado como referencia para enriquecer y realzar el proyecto. La metodología constituye el mapa a seguir, los lineamientos y procedimientos necesarios para alcanzar los resultados deseados con el proyecto. Se presenta además la conclusión y recomendación, las cuales de forma descrita nos dan la pauta sobre aquellos conocimientos a los cuales se llegaron y así mismo las respuestas a cómo debería dársele seguimiento al problema de la eficiencia energética, viéndose reflejado en ellos que efectivamente utilizando nuevas tecnologías tanto en sistemas de iluminación como en aires acondicionados podemos lograr obtener mejores resultados en el ahorro de energía.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad uno de los temas que ha tomado un gran interés en discusión a nivel mundial es la generación de energía eléctrica, y es porque, la sociedad ha tomado una dependencia abismal de esta energía, en todos los aspectos de la vida. A causa de esto, nos toca enfrentarnos a las consecuencias que en ella repercute.

En los últimos tiempos la generación de energía eléctrica es realizada por medio de fuentes de energía primarias tales como el carbón, petróleo, gas natural y uranio, se clasifican como fuentes no renovables, también está el viento, el agua de mar o embalsamada, madera, residuos animal y vegetal, el sol y el calor geotérmico, que son fuentes renovables. El problema yace en depender más de los recursos no renovables, porque constituyen el 94 % del consumo mundial de fuentes de energía primaria.

Al mencionarse como fuentes no renovables, se entiende que tiene un límite de cantidad. En el caso del petróleo, se calculan unas reservas probadas equivalentes a 1.300×10^3 millones de barriles de petróleo, con relación al tiempo se estima que estas reservas abastecerán 40 años; pero la problemática no se relaciona solo en cantidad, sino también en propiedad. A nivel mundial las reservas se localizan en tan solo 20 países, donde la mayor parte de esos países se encuentran situados en regiones conflictivas, como Oriente Medio, Rusia y los países de la antigua URSS y América Latina. Las consecuencias a tal situación es la posición de privilegios y, en ocasiones, abuso de poder por parte de esos países; inestabilidad en los precios, con tendencias a alzas acusadas, lo cual crea conflictos internacionales.

Otras de las fuentes de consumo es el gas natural con un cálculo de 60 años de abastecimiento. La principal diferencia se encuentra en que los países del Oriente Medio solo disponen del 40% de las reservas mundiales, mientras que Rusia es el segundo país del mundo en reservas y el primer productor.

El carbón, siendo otra fuente para la generación para la energía eléctrica, se dispone de más cantidad a diferencia de las dos anteriores, se dispone de 200 años de abastecimiento.

La problemática no solo se manifiesta en cuántos recursos nos quedan, también en la demanda de estos. Uno de los factores es que más influyen sobre el contexto energético internacional, especialmente en el futuro, es la población. Mundialmente hay alrededor de 6.100 millones de habitantes, pero lo más impactante de la población no es la cantidad, sino su crecimiento; según las previsiones de la Unión Europea (UE), en los próximos 50 años la población aumentará en un 50 %.

Se espera que la población mundial alcance en el 2030 los 8.100 millones de habitantes. Este factor es directamente proporcional a la demanda de consumo eléctrico, si en un país aumenta su cantidad poblacional, mayor será su demanda energética.

De todos los factores problemáticos que dependen de la generación de energía se encuentra una de gran interés nacional, y al igual que del fútbol y de política, todo el mundo opina. El cambio climático es una consecuencia que ha surgido por el uso arrasador de las fuentes de energía primaria no renovables, los procesos que estos llevan para generar la energía eléctrica, altera el contenido de gases concentrados en la atmósfera, teniendo como resultado la concentración más alta de CO₂ en la atmósfera en estos últimos años, y continúa subiendo, el aumento de temperatura en el ártico, disminución de la cubierta de nieve en las latitudes medias y altas del hemisferio norte, disminución del volumen de los glaciares, alteraciones climáticas, entre otros. Según cálculos de los expertos, la temperatura media en la Tierra aumentó 0,6 °C a lo largo del siglo XX y aumentará entre 1,4 °C y 5,8 °C de aquí al año 2100.

En El Salvador, el matiz energético está estructurado por cuatro fuentes de energía: térmica hidroeléctrica, geotérmica y biomasa. La generación térmica representa el 52.1% del total de energía inyectada, la hidroeléctrica el 32%, la geotérmica el 13% y biomasa el 2%. Como se puede observar dependemos en mayor porcentaje de la generación térmica, y esta influye en nuestro país por los factores que antes han sido mencionados. Las generadoras térmicas trabajan a base de combustibles, y aunque estén en existencia, El Salvador no es más que un importador de estos recursos, en consecuencia es vulnerable a la fluctuación de precios del mercado, y torna como resultado el alza de precio en los productos y servicios en el país, que para tal caso el de la energía eléctrica.

Tal parece que no conviene la dependencia de la generación térmica, y que pueden ser más rentables las otras tres fuentes de generación en este país, por el hecho de funcionar con recursos propios. En la actualidad se están desarrollando las fuentes de energía primarias renovables, pero estos son proyectos que se extienden a largo plazo; lamentablemente la problemática crece con más aceleración que el desarrollo de estas fuentes. Es necesario y es urgente la implementación de más alternativas a corto plazo. Aunque existan plantas energéticas en este país, el crecimiento poblacional ha constituido un verdadero reto para empresas generadoras de energía eléctrica.

El Salvador se encuentra en un margen exuberante respecto a la demanda energética, tanto que, las generadoras trabajan cerca del límite de su capacidad, esto produce un gasto excesivo de mantenimiento en las estructuras de las plantas energéticas, resultando, igual que lo anterior, a un costo mayor de compra al consumidor final del servicio energético.

La energía eléctrica hoy en día se ha vuelto necesaria e importante los habitantes de este país de alguna manera dependen de ella, pero, es aquí donde surgen las siguientes interrogantes: ¿estarán usándola conscientemente?, ¿pueden influir para mejorar esta situación? Las personas especializadas a nivel mundial en esta rama del contexto energético, trabaja para la independización de las fuentes de energía no renovables y apostar e invertir por las renovables. Pero ahora no solo se trata de generar más, sino también en consumir menos, es aquí donde nace el concepto de eficiencia y ahorro energético. No implica utilizar menos la energía eléctrica, estropeando la necesidad plena, más bien utilizarla eficientemente, usar menos la energía obteniendo el mismo resultado; es una alternativa muy útil para minimizar la demanda energética.

Evidentemente los países desarrollados tienen un mayor grado de responsabilidad que los países subdesarrollados en el cambio climático, sin embargo, los efectos son compartidos a nivel global y afectan en mayor medida a los países más vulnerables y pobres. Los seres humanos, especialmente aquellos que viven en países subdesarrollados, presentan cada vez más dificultades para sobrevivir en un ambiente hostil de sequías, tormentas e inundaciones. En El Salvador, los efectos del cambio climático se entremezclan con la pobreza y la exclusión social, ya que agudizan las precarias condiciones de vida, dañan con mayor intensidad las cosechas de pequeños productores agrícolas, produce epidemias, erosiona la diversidad biológica y reduce la disponibilidad del agua para el consumo humano. Participar en la disminución del cambio climático es un deber social, con el compromiso de aportar una ayuda a la sociedad salvadoreña la cual reside las consecuencias de la inconsciencia mundial y local.

El análisis de eficiencia energética y alternativas energéticas para disminuir el consumo de energía y uso eficiente de los sistemas servirá para dar respuesta a los problemas que conlleva el mal uso de energía eléctrica en la Escuela

Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE Regional San Miguel así como también en otras empresas a nivel regional y mundial.

2.2 ANTECEDENTES

2.2.1 DE LA INSTITUCIÓN

La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE Regional San Miguel, es una institución que cuenta con una reconocida trayectoria académica, que tiene como objetivo formar profesionales integrales e impulsar la capacitación y el recurso humano en la zona oriental del país.

El Centro Regional San Miguel es una institución gubernamental con la administración de FEPADE, desde 1998 del antes conocido Instituto Tecnológico de San Miguel ITESAM, cuenta con tres escuelas, Escuela de Computación, Escuela de Ingeniería Eléctrica, Escuela de Ingeniería Civil, en estas se ofrecen Carreras Técnicas con una duración de dos años. y Servicios de Desarrollo Profesional, antes llamado Educación Continua en la cual ofrece diferentes cursos, diplomados y capacitaciones a todo tipo de personas interesadas en desarrollarse profesionalmente, además como IES deben de realizar investigación docencia y proyección social.

El Centro Regional San Miguel atiende a 345 estudiantes en carreras Técnicas y un promedio de 325 estudiantes a Servicios de Desarrollo Profesional, trabajando por la educación, orientada a la empleabilidad y la productividad y el progreso de del país a la luz de una educación de calidad.

2.2.2 DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

La eficiencia energética o ahorro energía es una práctica empleada que nos permite reducir el consumo de energía y por ende disminuir los costos y tener un ambiente sostenible.

Desde inicios del siglo XIX se dieron los primeros avances en la creación de fuentes de energías renovables y eficiencia energética, dando lugar a utilización fuentes de energía amigables con el medio ambiente y permitiendo un ahorro de energía; como la utilización de la energía Solar, Eólica, etc. Pero el lobby de los combustibles fósiles consiguió poner de moda su combustible, y las energías renovables que no emitían CO2 quedaron

relegadas al baúl del recuerdo.

Pero fue hasta 1975, que comenzaron con un tenue impulso la utilización de Paneles solares y aerogenerador, así como utilización de césped que aísla el tejado, refrescando en verano y reteniendo el calor en invierno, tratando de generar la eficiencia energética en edificios.

La reciente evolución del mercado internacional del petróleo y sus derivados hacia precios cada vez mayores, ha generado la preocupación por los efectos adversos que este comportamiento pueda ocasionar, tales como la reducción en el crecimiento de la economía y el aumento de los precios de los productos de consumo y de los servicios básicos. Situación que ha hecho necesaria la puesta en marcha de acciones para mitigar los efectos antes indicados y proponer medidas dirigidas al uso racional de la energía y el desarrollo de fuentes energéticas alternativas.

En El Salvador existe un impulso en el desarrollo de la eficiencia energética, como lo genera el Consejo Nacional de Energía CNE creado en el 2007 e iniciado sus funciones en 2009, como la autoridad superior, rectora y normativa en materia de Política Energética y como coordinadora de los distintos sectores del sector energético, realizando programas para mejorar la eficiencia energética en El Salvador.

Por tal razón, no existe actualmente un estudio que mejore la eficiencia energética en instituciones educativas, que solucione situaciones especiales tales como el ahorro de la energía y soluciones de infraestructura que generen eficiencia energética referida a esta zona del país.

2.3 JUSTIFICACIÓN

La energía eléctrica tiene una gran importancia en el desarrollo de la sociedad, su uso hace posible la automatización de la producción que aumenta la productividad y mejora las condiciones de vida de los seres humanos.

Por los resultados obtenidos en el proyecto de investigación del consumo energético en la regional de San Miguel dictaminan como son de eficientes los sistemas que se poseen actualmente y los consumos excesivos que se dan, se justifica la importancia de este proyecto.

Además es urgente iniciar acciones en relación a: concientización de los empleados, estudiantes y considerar cambios de equipos que vendrían a favorecer y ahorrar hoy por hoy presentan las cargas altas de energía en comparación con otros sistemas de menor consumo, vale la pena aclarar que se cuenta con el apoyo total de las autoridades de la institución y se tienen las competencias requeridas en el área para resolver este problema que hoy por hoy lo enfrentan la mayoría de instituciones.

Por todo lo anterior y bajo esta perspectiva se orientó la investigación a buscar alternativas de solución a los problemas de consumo energético en la regional de San Miguel y los resultados fueron favorables ya que haciendo cambios en algunos equipos que poseen baja eficiencia y utilizando sistemas de iluminación natural con los tragaluz se logra reducir el gasto de energía de una manera muy notoria.

Con los resultados de esta investigación se favorecerán a la institución ITCA-FEPADE Regional San Miguel, ya que disminuirán los costos de energía ; al alumnado en general , ya conocerán como conservar y ahorrar energía gozando de mejores confort ayudando de igual forma al medioambiente en la reducción de emanación de gases de efecto invernadero a la atmosfera.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

“Realizar un análisis de eficiencia energética y proponer alternativas energéticas viables económicamente para ITCA-FEPADE Centro Regional San Miguel”.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar investigación bibliográfica sobre el estado actual de la ciencia sobre eficiencia energética.
- Realizar mediciones de parámetros eléctricos básicos para determinar la eficiencia de los equipos y la proporcionada por los datos de placa.
- Realizar un estudio de las características de los diferentes tipos de materiales e infraestructura utilizados en la construcción de edificaciones a los largo del campus.
 - Realizar análisis de consumo energético detallado y global del Centro Regional San Miguel.

- Identificar y proponer alternativas de solución viables económicamente para darle solución a los problemas de eficiencia energética.

4. HIPÓTESIS

¿Será posible disminuir el consumo energético, al realizar un análisis de eficiencia energética para buscar alternativas integrales viables económicamente para la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE Centro Regional San Miguel?

5. MARCO TEÓRICO

Eficiencia energética sector eléctrico

La eficiencia energética o ahorro de energía es una práctica empleada durante el consumo de energía que tiene como objeto procurar disminuir el uso de energía pero con el mismo resultado final. Es una optimización del consumo de energía. Esta práctica conlleva un aumento del capital financiero, ambiental, seguridad nacional, seguridad personal y confort humano. Los individuos y las organizaciones que son consumidores directos de la energía pueden desear ahorrar energía para reducir costes energéticos y promover sostenibilidad económica, política y ambiental. Los usuarios industriales y comerciales pueden desear aumentar eficacia y maximizar así su beneficio. Entre las preocupaciones actuales está el ahorro de energía y el efecto medioambiental de la generación de energía eléctrica.

Uso racional de la energía

Casi toda la energía que se utiliza cotidianamente para el desarrollo de la forma de vida de cada persona, ya sea personal o profesional, proviene de recursos energéticos. En los hogares, en los sitios de trabajo, las calles y la industria disponen diariamente de recursos energéticos para desarrollar sus actividades, para recrearse, etc. Desde la radio o la televisión al levantarse, pasando por la cocina para el desayuno, el almuerzo y la cena, el ventilador o el aire acondicionado en verano, la estufa en invierno, el calentador de agua, la nevera, las computadoras, las máquinas de operación fabril, el combustible de los automóviles, el alumbrado público, el alumbrado en general. Todas estas actividades, a las cuales se ha habituado el ser humano, funcionan gracias a servicios públicos esenciales en los que no se

reparan porque hasta el momento no representaban un problema. Esta falta de atención, lleva a veces a desperdiciar recursos y sin que se note, se dilapida energía dejando encendidas lámparas en aulas vacías, o funcionando la radio o la televisión cuando no se le necesita, dejando encendidas las máquinas cuando no se está haciendo uso de estas, usando las computadoras cuando se realiza otra actividad, o dejando estas encendidas descuidadamente.

Todas estas costumbres pueden ser modificadas. Así como se adquirieron, por una cuestión de hábitos, también pueden modificarse. No se está hablando de no utilizar las lámparas sino de utilizarlas cuando sea necesario iluminar. El uso racional no cuestiona que se use una computadora, o que se trabaje en un laboratorio, sino que se le aconseja apagar los elementos por completo cuando ya no se necesiten más.

En pocas palabras, se trata de un proceso de optimización en el consumo de energía eléctrica. En el cual se indica que no solo el mal uso de energía es el único ítem a modificar cuando de ahorro se trata, sino que existen otros factores, como lo son: el mal mantenimiento, la mala administración de la energía, etc.

Educación para el uso racional de la energía

Son muchas las barreras enfrentadas por el uso racional y eficiente de la energía, algunas se encuentran asociadas con el contexto macroeconómico del país, otras de estas con la poca tecnología que se posee, también está la falta de inversiones en los proyectos de uso racional y eficiente de la energía. Pero la gran mayoría están relacionadas con la poca información que posee la comunidad acerca de esta problemática.

Considerando y resumiendo algunas de ellas se tienen:

- Falta de tecnología.
- El funcionamiento de los mercados.
- La actividad de la industria energética.
- La resistencia al cambio.
- El desconocimiento de la situación actual.
- La falta de financiamiento para inversiones en nuevos proyectos de URE.
- Inexistencia de formas no convencionales de producción de energía.
- Falta de compromiso de la comunidad.

Para comenzar se necesitan hacer programas para que la comunidad se informe un poco, para esto se podrá utilizar la promoción y divulgación de fascículos informativos sobre actos y hábitos de consumo, la introducción de luminarias eficientes, las formas no convencionales de energía.

Otro recurso puede corresponder a los convenios voluntarios con grandes empresas, los cuales constituyen compromisos por parte de los empresarios para mejorar la eficiencia energética.

Consumo energético

El desarrollo económico y social de los pueblos está unido al consumo de energía, el uso de esta ha permitido mejorar y modernizar el estilo de vida y sociedad misma.

A pesar de ello, el consumo y abastecimiento de energía, en la totalidad de los casos comprometen el avance de las generaciones futuras, ya que conllevan el agotamiento de los combustibles fósiles y generan problemas medioambientales de impacto mundial.

Desde los años 80 a esta parte, se pusieron en marcha disposiciones para el impulso tecnológico y la diversificación constante. Por otra parte, en el transporte y 22 los edificios, incluyendo los hogares, el uso eficiente de la energía no se ha promovido tanto como debería.

El consumo de energía ha experimentado grandes cambios, que reflejan las modificaciones ocurridas en variables determinantes para la vida del país:

La economía, la demografía, la situación de abastecimiento y precio de los energéticos.

Además en los últimos años se han presentado cambios considerables en la demanda de energía, todo esto debido en gran parte al gas natural que ha sustituido a la energía eléctrica en gran parte de los sectores residencial y comercial, y esto a su vez reduce la utilización de derivados del petróleo y el carbón en los sectores de la industria y la generación eléctrica.

A lo largo del tiempo se observa como existe una alta dependencia del petróleo y sus derivados, para atender los requerimientos energéticos. Todo esto hace pensar que los sectores dependientes del crudo y sus derivados a mediano plazo tendrán que adquirirlos en el mercado internacional. Es preciso entonces, establecer medidas que atenúen, hasta donde sea

posible, dichos efectos y emprender un programa de sustitución de energéticos para aliviar los impactos generados al no ser autosuficientes.

Sistemas de iluminación y el consumo de electricidad.

Los edificios constituyen en su conjunto un gran usuario de energía eléctrica y presentan grandes oportunidades para el ahorro de energía en sistemas de fuerza e iluminación. Los sistemas de iluminación en los edificios no residenciales constituyen una parte importante del total de consumo, tanto en la demanda como en el costo total de dicha energía.

Los costos de operación de un edificio construido bajo ciertos criterios de eficiencia energética son sustancialmente menores a lo largo de la vida útil comparados con un edificio ineficiente.

El diseño de los sistemas de alumbrado está basado en la forma en que se usará un espacio. Asimismo, puede estar basado en las tareas que se ejecutarán en el área, tales como lectura, escritura u operación de una máquina. Estos sistemas pueden ser uniformes o no uniformes según la tarea que se realice. Existen tres formas básicas de alumbrado que son:

- Alumbrado general o ambiental. Es luz de fondo o luz completa en el espacio y suministra un nivel dado de iluminación en toda el área.
- Alumbrado de tarea o suplementario. Es la iluminación desde fuentes de luz cercanas que permiten la ejecución de tareas visuales específicas y es luz localizada sobre el plano de trabajo (mesas de dibujo, escritorios, etc.).
- Alumbrado de acentuación o general localizado. Es luz direccional proyectada para enfatizar un objeto en particular o para atraer la atención a una parte del campo de visión (vitrinas, aparadores, etc.).

La cantidad de iluminación o nivel de alumbrado, es formalmente llamada iluminancia y es medida en luxes (lx) siendo el lux un lumen por metro cuadrado (lm/m²). Las necesidades de iluminancia dependen de las tareas involucradas.

Tipos de lámparas.

Una lámpara es un convertidor de energía. Aunque pueda realizar funciones secundarias, su principal propósito es la transformación de energía eléctrica en radiación electromagnética visible. Hay muchas maneras de crear luz, pero el método normalmente utilizado en la iluminación general es la conversión de energía eléctrica en luz. Las lámparas eléctricas son la

fuentes principales de luz artificial de uso común.

La duración de la mayoría de las lámparas viene determinada básicamente por la temperatura de trabajo del filamento. Mientras más alta sea esta, mayor será el flujo luminoso pero también la velocidad de evaporación del material que forma el filamento. Las partículas evaporadas, cuando entren en contacto con las paredes se depositarán sobre estas, ennegreciendo la ampolla. De esta manera se verá reducido el flujo luminoso por ensuciamiento de la ampolla. Pero, además, el filamento se habrá vuelto más delgado por la evaporación del tungsteno que lo forma y se reducirá, en consecuencia, la corriente eléctrica que pasa por él, la temperatura de trabajo y el flujo luminoso. Esto seguirá ocurriendo hasta que finalmente se rompa el filamento. A este proceso se le conoce como depreciación luminosa.

Esto ocurre igualmente en las lámparas de descargas con tubo, en el cual los extremos próximos a los electrodos se empiezan a ennegrecerse por el mismo fenómeno llamado depreciación luminosa. Por otra parte, se va produciendo un cambio gradual de la composición del gas de relleno debido a las fugas a través del tubo.

En la tabla 1 se observan algunos tipos de lámparas su vida promedio

Tabla 1 Vida promedio de las lámparas.

Tipo de lámpara	Vida promedio (h)
Incandescentes	1000
Halógenas	2000 (Especiales 4000)
Fluorescentes	12500
Mezcladoras	9000
Mercurio a alta presión	25000
Haluros metálicos	11000
Sodio a baja presión	23000
Sodio a alta presión	23000

Los tipos de lámparas más usados para la iluminación son:

- Lámparas incandescentes
 - Lámparas incandescentes
 - Lámparas halógenas
- Lámparas de descarga
 - Lámparas fluorescentes

- Lámparas de vapor de mercurio baja presión
- Lámparas de vapor de mercurio alta presión
- Lámparas de halogenuros metálicos
- Lámparas de vapor de sodio a baja presión
- Lámparas de vapor de sodio a alta presión
- Lámparas de luz de mezcla

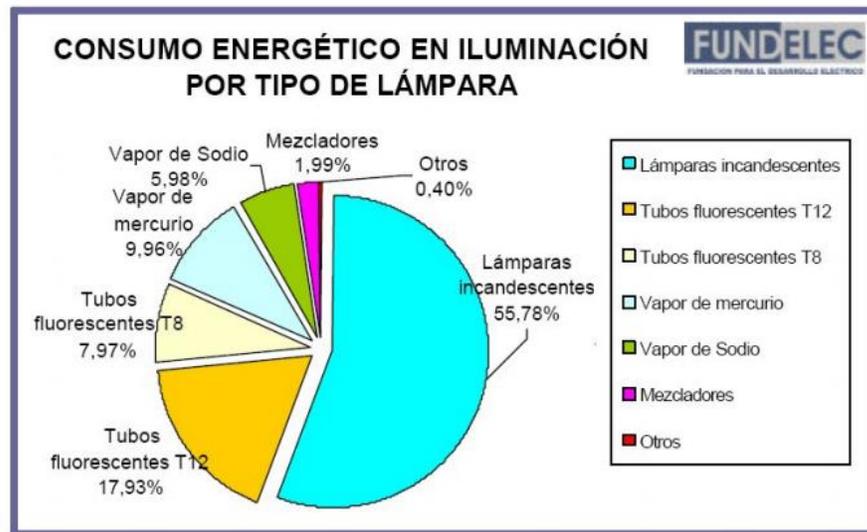


Fig. 1 Tipos de iluminación

5.1 Tecnología de Tragaluz

¿Qué es un conducto de sol?

Un conducto de sol es un sistema de iluminación natural que capta la luz del sol mediante cúpulas situadas en la cubierta de los edificios y la transporta varios metros hacia el interior utilizando un conducto altamente reflectante. Esto permite iluminar espacios oscuros o sin ventanas incluso cuando no estén directamente bajo la cubierta.

El resultado son espacios luminosos y llenos de vida gracias a la luz natural, consiguiéndose importantes aumentos de productividad en los puestos de trabajo, menor absentismo laboral, mayor rendimiento de los alumnos en las escuelas, mayor nivel de ventas en locales comerciales, etc., todo ello utilizando una fuente de energía gratuita y sostenible que no necesita mantenimiento.

En cualquier espacio en el que se pueda hacer llegar el conducto desde la cubierta. Es importante que la cúpula se encuentre situada en una zona bien soleada durante la mayor parte del día, de forma que no tenga sombras de árboles, muros o edificios vecinos. Para

obtener una distribución lo más uniforme posible sobre la sala a iluminar, lo más adecuado es situar el difusor lo más centrado dentro de la sala.

Además del bienestar personal y la eficiencia energética, como beneficio de la implementación de este sistema está comprobado que la iluminación natural:

- Mejora la productividad personal
- Incide positivamente en el rendimiento de los estudios
- Reduce el absentismo
- Repercute positivamente en el carácter de las personas
- Reduce los costes de producción
- Reduce el impacto ambiental de los edificios
- Reduce el consumo energético por iluminación hasta en un 70%
- Reduce las horas pico de consumo

Área a iluminar

El área iluminada y el nivel de iluminación obtenido dependerán de forma muy importante de la altura "h" a la que se situó la salida de luz sobre el plano que nos interesa iluminar. Cuanto mayor sea "h", tanto mayor será la superficie iluminada, pero también menor su nivel de iluminación.

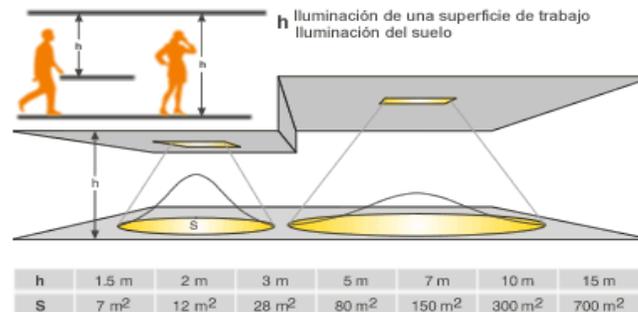


Fig. 2 Área a iluminar

Como norma general se recomienda una separación entre conductos de 3.5 metros. Esto es válido para la mayoría de casos aunque es posible separar más los conductos si la altura de techo es superior a 3.5 metros y si se desean niveles de iluminación no excesivamente altos.

Si se trata de obtener niveles de iluminación elevados no hay ningún problema en disponer de los conductos en distancias menores aunque no es recomendable una distancia superior a 1.5 h, siendo h la altura desde el plano de trabajo al difusor.

¿Cómo se distribuye la luz con el difusor?

La luz que sale de un conducto a través del difusor se distribuye aproximadamente según la gráfica de la figura. Es decir, máxima iluminación directamente bajo el difusor y menor a medida que nos alejamos.

El nivel de iluminación obtenido bajo un conducto de sol DEPLOSUN® se puede estimar aplicando la siguiente fórmula:

$$E = \frac{\Phi \cdot Fd}{h^2} \cdot (0.4)$$

Dónde:

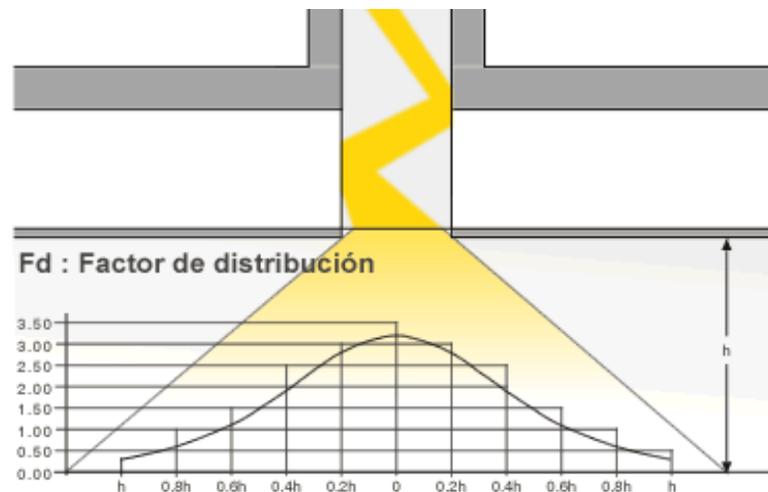
E: Iluminancia (nivel de iluminación Lux sobre una superficie horizontal)

F: Flujo luminoso emitido por el conducto (en Lumen).

Fd: Factor de distribución en un punto (obtenido de la tabla)

h: Distancia desde el difusor del techo al plano de medición (en metros)

Utilizar $Fd = 1$ para obtener un valor medio del nivel de iluminación. Utilizar los valores



Fd de la gráfica para obtener estimaciones en diferentes puntos de la superficie iluminada.

Fig. 3 Factor de distribución de luz.

Flujo luminoso (lúmen)
medio y máximo en función de la longitud del conducto

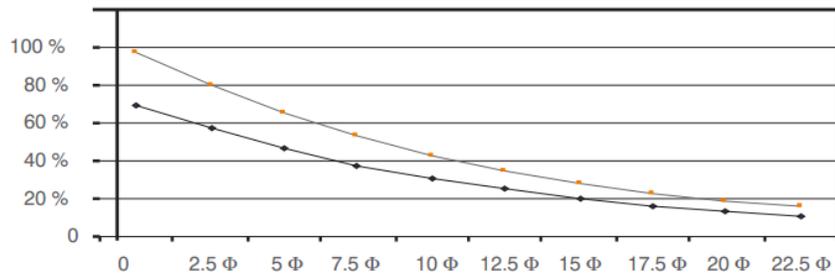


Fig. 4 Flujo luminoso

¿El calor es un problema?

Los conductos se dimensionan para dejar entrar la cantidad de sol justa para proporcionar la iluminación adecuada. La eficiencia de la cúpula y del material reflectante permite trabajar con entradas de luz muy pequeñas, lo que nos asegura que no haya un exceso de insolación y por consiguiente de calor. Todas las cúpulas llevan además dispositivos que aprovechan al máximo la entrada de sol en invierno mientras que protegen del sol alto e intenso de verano. Por otro lado, lo más importante es que la luz natural es la fuente de iluminación que menos calor genera frente a cualquier sistema de luz artificial.

Para generar el mismo nivel de iluminación el sistema aporta menos de una décima parte del calor generado por un sistema de bombillas incandescentes convencionales.

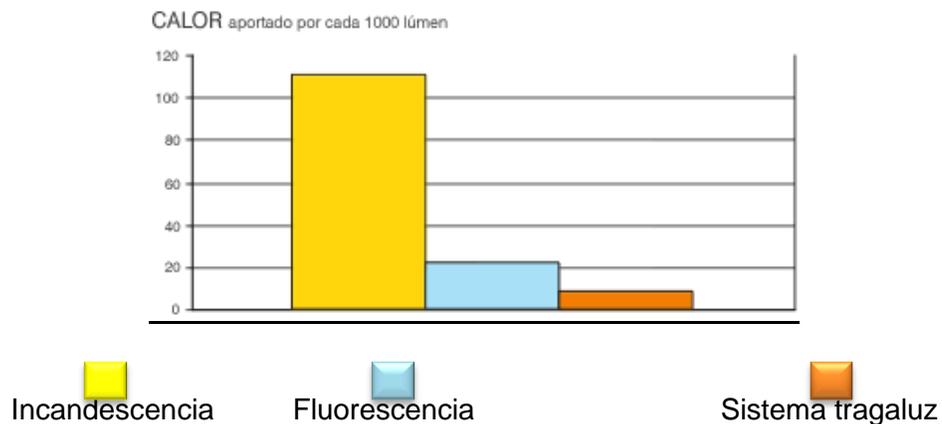


Fig. 5 Generación de calor

Mantenimiento

Los conductos de sol son elementos de mínimo mantenimiento. Eventualmente se puede

desmontar el difusor para limpiar sus superficies, tarea que se realiza cómodamente desde el interior de la sala iluminada. La cúpula, por otro lado, se considera auto-limpiable por la propia lluvia ocasional, que es suficiente para mantener el nivel de transparencia deseado. El interior del conducto no necesita ningún mantenimiento.

5.2 Iluminación LED.

Actualmente las lámparas de led se pueden usar para cualquier aplicación comercial, desde el alumbrado decorativo hasta el de viales y jardines, presentado ciertas ventajas, entre las que destacan su considerable ahorro energético, arranque instantáneo, aguante a los encendidos y apagados continuos y su mayor vida útil, pero también con ciertos inconvenientes como su elevado costo inicial.

Los diodos funcionan con energía eléctrica de corriente continua (CC), de modo que las lámparas de led deben incluir circuitos internos para operar desde el voltaje CA estándar. Los ledes se dañan a altas temperaturas, por lo que las lámparas de led tienen elementos de gestión del calor, tales como disipadores y aletas de refrigeración. Las lámparas de led tienen una vida útil larga y una gran eficiencia energética, pero los costos iniciales son más altos que los de las lámparas fluorescentes.

Un tubo fluorescente de 32W = Tubo LED de 10 vatios

Características del LED.

- Vida útil de 50,000 horas
- Genera luz blanca
- Variedad de diseños y colores
- Sin radiación UV
- Bajo consumo de energía
- Resistente a las vibraciones
- Pequeño y versátil
- Luz instantánea, sin parpadeo
- Amigable con el medio ambiente

¿Cómo instalar el tubo LED?

La conexión es relativamente sencilla, ya que el tubo LED no necesita elementos externos para

su funcionamiento. Además, los tubos LED son fabricados con las mismas medidas que los tubos fluorescentes tradicionales, entonces se puede hacer una sustitución de tubos en una misma lámpara. Pero para esto se deben retirar los componentes que ya existen en la lámpara y realizar los ajustes necesarios, para comprender mejor este proceso, podemos ver la siguiente imagen:

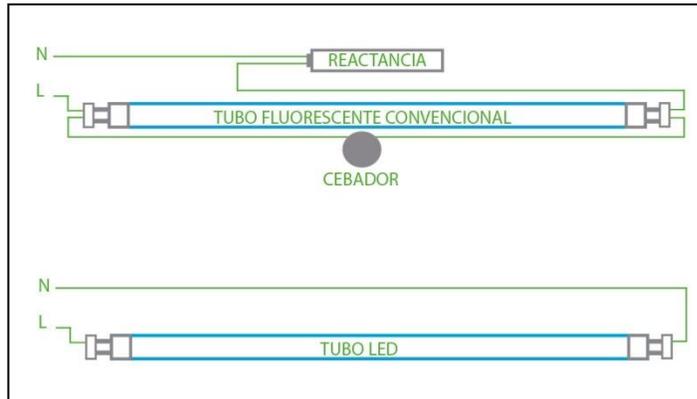


Fig. 6 Conexión de tubos led e incandescentes

El consumo de energía de los aparatos electrónicos.

De todos los recursos de los que depende la civilización moderna, la energía es probablemente el más importante. Pero durante mucho tiempo se ha considerado este recurso como algo evidente, como algo garantizado. El encarecimiento de la energía y la preocupación por las emisiones de gases de efecto invernadero hace que se estén valorando críticamente el uso que se hace de la energía.

En muchos sectores, el potencial de ahorro de energía es relativamente pequeño, de modo que una mejora de eficiencia energética de unos pocos puntos porcentuales se celebra como un gran éxito.

El lugar donde cada persona desarrolla su trabajo, después del hogar, es el sitio donde se pasa más tiempo a lo largo del día. Por este motivo, y teniendo en cuenta la cantidad y calidad del equipamiento y los servicios que la mayoría de las empresas nacionales ofrecen, se convierten en un lugar muy apropiado para aplicar buenas prácticas en el uso de la energía.

Se sabe que cada una de las oficinas o dependencias de una edificación (o empresa) son diferentes, también existen determinados equipos y servicios que consumen cierta cantidad de energía según sean los trabajos a realizar. Estos equipamientos deben utilizarse de un modo

eficiente, para ello lo primero que se debe hacer es informarse y tomar conciencia de cómo puede ser manejado.

Corresponderá a cada uno de los empleados actuar y tomar decisiones personales; o bien proponer opciones a la dirección de la institución y promover mejoras.

Los aparatos electrónicos representan otra buena parte del consumo energético en las instalaciones, situados después de la iluminación y de los motores eléctricos. Los computadores, impresoras, fotocopiadoras, telefax, scanners y todo tipo de aparatos electrónicos que forman parte de las oficinas de hoy en día pueden ser una fuente grande de ahorro si se usan racionalmente.

Después de la revolución de la informática es imposible pensar en desligarse de estos avances tecnológicos. Las computadoras y todos sus periféricos están presentes en todas partes, en oficinas, hospitales, hoteles, aeropuertos y cada día, la invasión de computadoras hacia los hogares es mayor, se ha creado una dependencia, por consiguiente, lo que se debe hacer es conocerlas mejor y buscar la manera de que su uso no represente un consumo importante de energía.

El computador consume energía cuando está encendido y no se puede apagar cada vez que un empleado se ausente del puesto de trabajo por períodos cortos de tiempo, se recomienda que para periodos largos de tiempo se apague el monitor ya que este equivale a un bombillo de 100 W. Durante el tiempo de reuniones que pueden durar más de una hora, en las horas de las comidas y cuando se terminen las actividades diarias, se recomienda apagar completamente el computador.

La impresora es utilizada en pocas ocasiones, por consiguiente deben mantenerse apagadas y encenderlas al momento de su uso. En los casos que la impresora es compartida por varios usuarios, se debe a pagar al final de la jornada de trabajo.

Adicionalmente si la impresora, scanner, fotocopiadora, etc. tiene un sistema de ahorro de energía, configurarlo correctamente.

5.3 Computadoras

Los monitores LCD (pantalla de cristal líquido) consumen una media de un 50 a 70% menos de

energía en el modo encendido que los monitores convencionales CRT (dispositivo de tubo catódico). Un estudio reciente de LBNL ("Lawrence Berkeley National Laboratory" con sus siglas en inglés; en español conocido como: Laboratorio de Radiación Berkeley) sobre los nuevos monitores y los ordenadores personales afirma que los monitores LCD de 15" consumen en modo encendido un 30% de lo que consume un monitor CRT de 15" y los monitores LCD de 17" consumen aproximadamente un 50% de lo que un CRT de 17". Esta ventaja disminuye a medida que aumentan las dimensiones de la pantalla LCD.

Ahorro

En general, con una media de 8 horas de trabajo diario, el ahorro energético de un monitor LCD frente a un CRT del mismo tamaño podría llegar hasta 225 kWh al año lo que, dependiendo de la tasa de su factura eléctrica local, puede suponerle un ahorro de hasta \$300.00 anuales y hasta unos \$3,000.00 a lo largo de la vida útil del producto.

Los monitores LCD presentan también otras ventajas adicionales como el ahorro de espacio, una mejor visualización de la imagen y la posibilidad de ahorrar en el aire acondicionado. Por lo tanto, además de resultar la opción más viable en cuanto a favorecer la conservación del medio ambiente, los LCD suponen también la opción más rentable en términos económicos tanto para la oficina como para los usuarios domésticos.

Hoy en día, con la eliminación de los inconvenientes que en un principio presentaba la tecnología LCD, este tipo de monitores resultan aptos para cualquier sector. La última generación presenta las mismas especificaciones y, en ocasiones mejores que las de los CRT, en cuanto a luminosidad, brillo, ghosting (rastros espectrales en la pantalla)

5.4 Los motores eléctricos y sus características.

Alrededor de un poco más del 50% del consumo de la energía eléctrica generada se debe al funcionamiento de los motores eléctricos. Incontables ejemplos de su aplicación, se tienen en la industria, el comercio, los servicios y el hogar.

El ahorro de energía comienza desde la selección apropiada de los motores. Siempre hay uno adecuado a las necesidades que se tienen, tanto en lo que respecta a su tipo por condiciones ambientales de operación, por condiciones de arranque o regulación de velocidad, así como por su tamaño o potencia. Los mayores ahorros de energía eléctrica se obtienen cuando el motor y su carga operan a su máxima eficiencia.

¿Qué es la eficiencia en un motor?

La eficiencia o rendimiento de un motor eléctrico es una medida de su habilidad para convertir la potencia eléctrica que toma de la línea en potencia mecánica útil.

Se expresa usualmente en el porcentaje de la relación de la potencia mecánica entre la potencia eléctrica, esto es:

No toda la energía eléctrica que un motor recibe, se convierte en energía mecánica. En el proceso de conversión, se presentan pérdidas, por lo que la eficiencia nunca será del 100%. Si las condiciones de operación de un motor son incorrectas o este tiene algún desperfecto, la magnitud de las pérdidas, puede superar por mucho las de diseño, con la consecuente disminución de la eficiencia.

Para calcular la eficiencia, las unidades de las potencias deben ser iguales. Como la potencia eléctrica se expresa usualmente en kilowatts (kW) en tanto que la potencia mecánica en caballos de potencia (HP), las siguientes equivalencias son útiles para la conversión de unidades:

- 1 HP = 0,746 kW
- 1 kW = 1,34 HP

Si un motor tiene una eficiencia del 85%, quiere decir que el motor convierte el 85% de su energía eléctrica en mecánica, perdiendo el 15% en el proceso de conversión. En términos prácticos, se consume (y se paga) inútilmente la energía utilizada para hacer funcionar al motor. Emplear motores de mayor eficiencia, reduce las pérdidas y los costos de operación.

Los incrementos que han experimentado el costo de los energéticos a nivel mundial, han orientado a los fabricantes de motores a lograr principalmente motores de alta eficiencia, con rendimientos de hasta un 96% y cuyo costo adicional sobre los convencionales se puede pagar rápidamente con los ahorros que se tienen en el consumo. Vale la pena considerar su utilización.

Cuidado con las reparaciones

La reparación inadecuada de un motor puede ocasionar un incremento en las pérdidas y adicionalmente en los motores de corriente alterna, la reducción del factor de potencia. Todo esto conduce a una disminución de su eficiencia.

Por ejemplo un motor que sufrió un desperfecto en su devanado y que por ello hay que rebobinarlo, puede disminuir su eficiencia considerablemente, si durante el proceso de reparación se presenta:

- Calentamiento desmedido del hierro al quitar el devanado
- Daños en las ranuras al quitar el devanado dañado y montar el nuevo
- Diferente calidad y calibre del alambre
- Diferente número de vueltas
- Daños a los cojinetes y mal alineamiento.
- Mayor tiempo de secado final

Por esto es importante que cuando un motor sea reparado, los trabajos los efectúe personal calificado para garantizar que la reparación sea realizada correctamente y que los materiales empleados sean de calidad igual o superior a los originales.

La misma atención se debe prestar a las partes eléctricas del motor, como a los componentes mecánicos, tales como los cojinetes, el eje y el sistema de ventilación o enfriamiento. Con frecuencia los daños que sufren los devanados tienen su origen en desperfectos mecánicos.

Un motor mal reparado al ser instalado nuevamente, gastará más energía que antes. Cuando los daños sean mayores puede resultar más económico sustituir un motor que repararlo. Se puede evaluar la posibilidad de hacerlo y si se decide, este podrá ser remplazado por un motor de alta eficiencia.

Motores eléctricos y el factor de potencia

Los motores de inducción por su simplicidad de construcción, su velocidad prácticamente constante, su robustez y su costo relativamente bajo, son los motores más utilizados en la industria. Sin embargo, tienen el inconveniente de que aún en óptimas condiciones, consumen potencia reactiva (kVAR) por lo que son una de las causas principales del bajo factor de potencia en las instalaciones industriales.

El factor de potencia es indicativo de la eficiencia con que se está utilizando la energía eléctrica para producir un trabajo útil. Se puede definir como el porcentaje de la relación de la potencia activa (kW) y la potencia aparente o total (kVA).

Un bajo factor de potencia significa energía desperdiciada y afecta a la adecuada utilización del

sistema eléctrico. Por esta razón en las tarifas eléctricas, se ofrece una reducción en las facturas de electricidad en instalaciones con un factor de potencia mayor del 90% y también se imponen cuotas a manera de multas si el factor de potencia es menor que la cifra señalada.

Ya que los motores de inducción son una de las causas principales del bajo factor de potencia, se sobreentiende que no son los únicos que causan este fenómeno.

Se pueden tomar las siguientes medidas según sea el caso para corregirlo:

- Selección justa del tipo, potencia y velocidad de los motores que se instalan
- Empleo de motores trifásicos en lugar de monofásicos
- Aumento de la carga de los motores a su potencia nominal (evitar sobredimensionamiento del motor)
- Evitar el trabajo prolongado en vacío de los motores
- Reparación correcta y de alta calidad de los motores
- Instalación de capacitores en los circuitos con mayor número de motores o en los motores de mayor capacidad.

Corregir el bajo FP en una instalación es un buen negocio, no sólo porque se evitarán los cargos en la facturación que esto origina sino porque los equipos operan más eficientemente, reduciendo los costos por consumo de energía.

5.5 Eficiencia Energética sector construcción de Edificios

La Eficiencia Energética se puede definir como la reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir nuestro confort y calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso.

La reducción de la intensidad energética es un objetivo prioritario para cualquier economía, siempre que su consecución no afecte negativamente al volumen de actividad. Uno de los parámetros que determinan la correlación entre consumo de energía y crecimiento económico es la evolución de la intensidad energética, indicador generalista que señala la relación entre consumos de energía y el Producto Interior Bruto. La energía se obtiene a partir de las Fuentes de energía y las cantidades disponibles de dichas fuentes es lo que se denomina Recursos Energéticos. El carácter limitado o ilimitado de dichas fuentes nos permite diferenciarlas y valorarlas en términos de sostenibilidad partiendo de la evidencia de que la atmósfera está alcanzando su límite medioambiental y de que el consumo energético sigue creciendo, con

zonas del planeta en pleno desarrollo demandando su equiparación energética con el mundo desarrollado.



Figura. 7 Arquitectura bioclimática. Techo con vegetación.

El diseño arquitectónico es la base de la eficiencia energética en la edificación (Bioclimático). Básicamente se trata de utilizar la geometría solar para iluminar y calentar y ventilar de manera natural.

Si se considera que la posición del sol, la iluminación natural aporta aproximadamente el doble de flujo luminoso que una artificial, aunque debe ser tratada con difusores y con la reflexión que producen los colores de los interiores.



Figura.8 Edificio arquitectónicamente bioclimático.

Los Programas de Ahorro y Eficiencia Energética, tienen como objetivo:

- Asegurar el abastecimiento de energía para el conjunto de la sociedad en condiciones de eficiencia productiva, con una composición equilibrada y acorde con la dotación de recursos naturales disponible y provocando el menor impacto ambiental posible.
- Lograr una mayor eficiencia en el uso de la energía en el ámbito del consumo final.
- Promover el uso de las fuentes nuevas y renovables de energía, tanto para mejorar el abastecimiento de energía en el medio rural, como para disminuir el impacto ambiental de la provisión de energía al conjunto de la sociedad y diversificar la oferta energética.

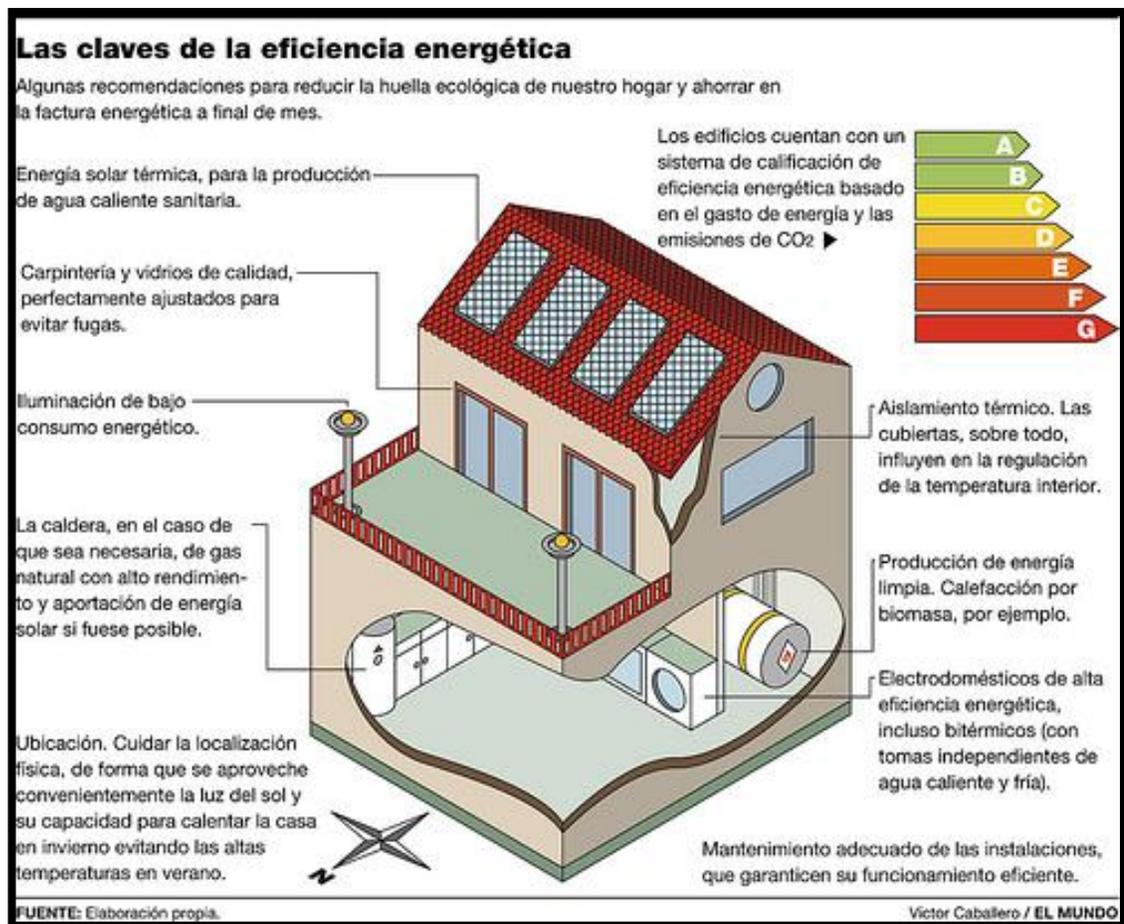


Figura.9 Claves de la eficiencia energética.

5.5.1 REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS Y VIVIENDAS.

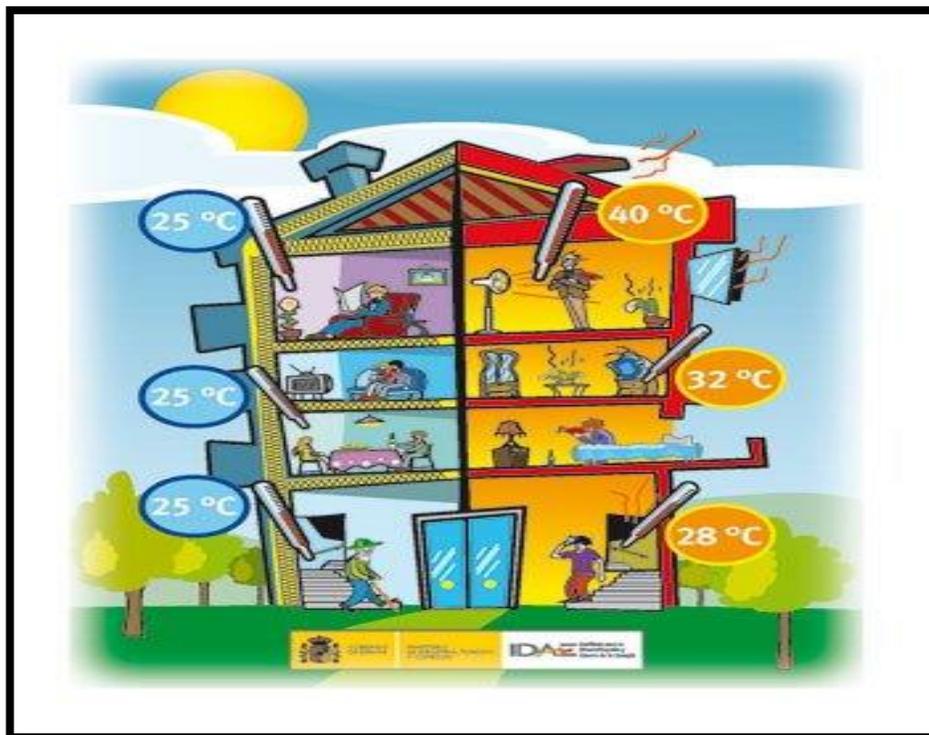


Figura.10 Rehabilitación energética en edificios. Aislamiento térmico

Según la organización ecologista WWF es imprescindible para ayudar a combatir el cambio climático que se reduzca las emisiones y se ahorre energía en edificaciones.

La rehabilitación energética consiste en arreglar y mejorar el aislamiento térmico, equipamiento de las edificaciones para que sean más eficientes.

Mejorando las edificaciones se puede ahorrar hasta un 85% de la factura de electricidad.

La Unión Europea estima que alrededor del 40% del consumo eléctrico total corresponde a edificios y viviendas residenciales y comerciales. Además de producir más del 30% de las emisiones de dióxido de carbono. Es muy importante mejorar las construcciones ya existentes y además exigir a las nuevas construcciones que se inicien, sea más eficiente en cuestiones energéticas para aprobarlas. Para el año 2020 la Unión Europea tiene como objetivo reducir significativamente las emisiones de dióxido de carbono producidos por la baja eficiencia energética de viviendas y edificaciones comerciales.

Algunos de los aspectos más relevantes de la rehabilitación energética consisten en mejorar el aislamiento de puertas, ventanas y otros espacios para mantener y aprovechar mejor la climatización.

Lograr el recambio de la iluminación convencional por LED o lámparas de bajo consumo, mejor aprovechamiento de la luz solar, utilización de energías renovables como la colocación de paneles solares para producir electricidad limpia, utilización de sistemas automáticos para controlar la iluminación y otros aparatos, uso de calderas, aires acondicionados eficientes, entre otras modificaciones.

La rehabilitación energética se desarrolla tanto en el interior como fuera de las edificaciones en la fachada y techos para que sea realmente eficiente.

Todos los países de la Unión Europea están realizando acciones para fomentar la rehabilitación energética como una forma de ahorrar energía disminuir la contaminación pero además crear empleos en el sector de mantenimiento y construcción.

Con la rehabilitación de edificios ganan todos ya que el dueño de la vivienda o comercio gasta muchos menos en electricidad, se reactiva el empleo con las refacciones y se disminuye notablemente las emisiones de dióxido de carbono. Es una opción interesante a tener en cuenta, hay ayudas estatales para quienes desean mejorar sus construcciones.

5.5.2 CRITERIOS GENERALES DE INTERVENCIÓN EN LA EDIFICACIÓN.

¿Cómo lo hacemos?

- Inicialmente se estudia el comportamiento térmico real del edificio. A través de las facturas de los suministradores de energía y mediante un programa informático donde se simula el comportamiento del edificio.
- Se analizan cuáles son los puntos débiles y se determinan posibles soluciones.
- Se calcula la viabilidad energética y económica en cada una de esas posibles soluciones.
- Conocidos todos estos datos se opta por la solución más viable y se procede a la rehabilitación del edificio.

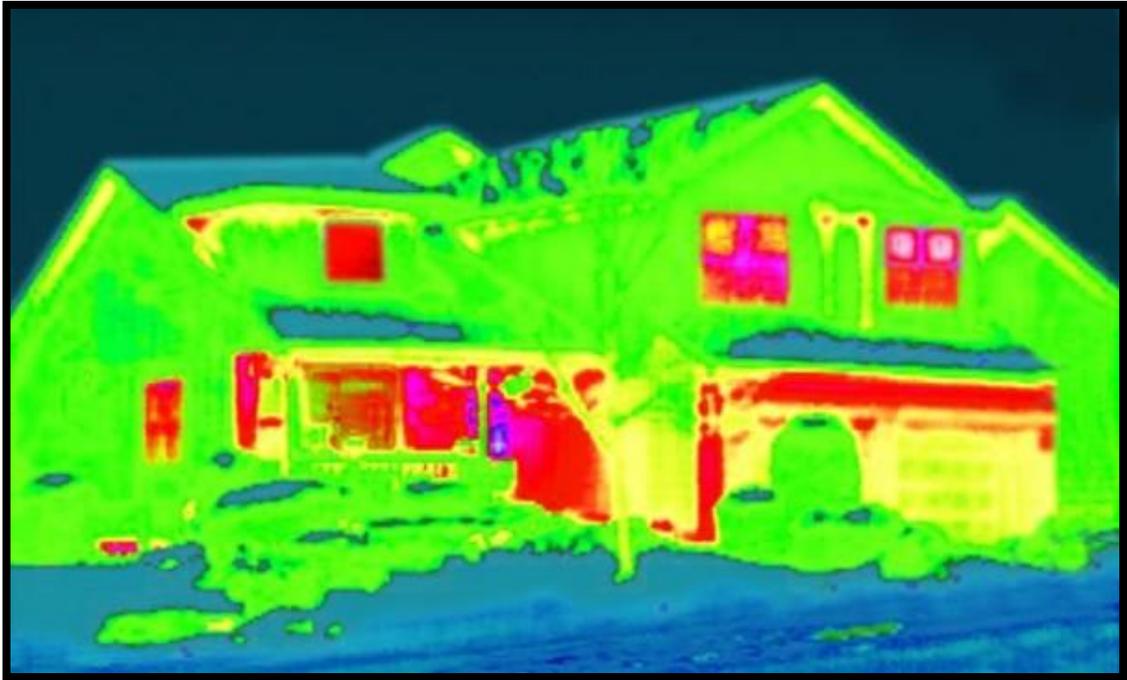


Figura. 11 Análisis de temperatura en edificio.

5.5.3 ASPECTOS DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE UN EDIFICIO.

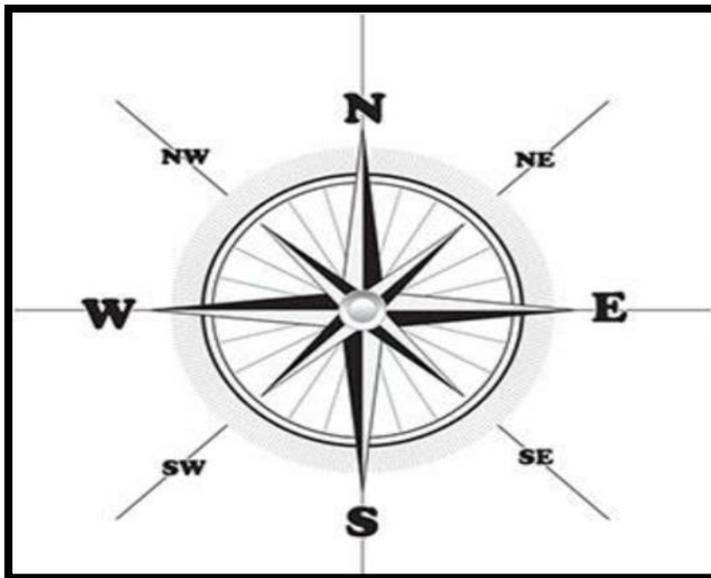


Figura. 12 Orientación del edificio.

Son muchos los aspectos que intervienen en el comportamiento térmico de un edificio, a continuación se exponen los que más influyentes.

- La zona climática.
- La orientación del edificio.
- El diseño del edificio.
- Los materiales y sistemas constructivos utilizados en su construcción.

Cada edificio se comporta de manera diferente según sea su ubicación, su entorno, su orientación, la forma y la composición de los cerramientos de la envolvente. Para cada edificio a rehabilitar hay que hacer un estudio de estos condicionantes iniciales.

5.5.4 PROCESO DE LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA EN EDIFICIOS.

1. Estudio Previo, Auditoría.

La auditoría energética es necesaria para identificar la composición, diseño y actividades del edificio con posibilidad de mejora y aportar información de las posibles actuaciones de eficiencia energética.

Esta primera fase consiste en:

- toma de datos: principales deficiencias detectadas por los usuarios del edificio, tipos y modelos de aparatos consumidores de energía instalados en el edificio para su climatización así como sus características energéticas, materiales y sistema constructivo que forma la envolvente térmica del edificio.
- recopilación de información referente al consumo energético actual del edificio
- cálculo del balance térmico del edificio en estado actual.
- Posibles actuaciones para la rehabilitación energética del edificio
- Valoración económica de las actuaciones y viabilidad económica de la inversión.

2. Desarrollo de la intervención.

En esta fase analizan todas las posibilidades de mejora y cuáles son las que más se adaptan a las prioridades y necesidades que requiere el edificio, teniendo en cuenta criterios como el coste económico, la disponibilidad de subvenciones o las molestias que puede provocar la solución propuesta.

A la vez, se analizan otras medidas dirigidas a optimizar la producción de energía, así como los equipos de consumo y las medidas conductuales que les afecten.

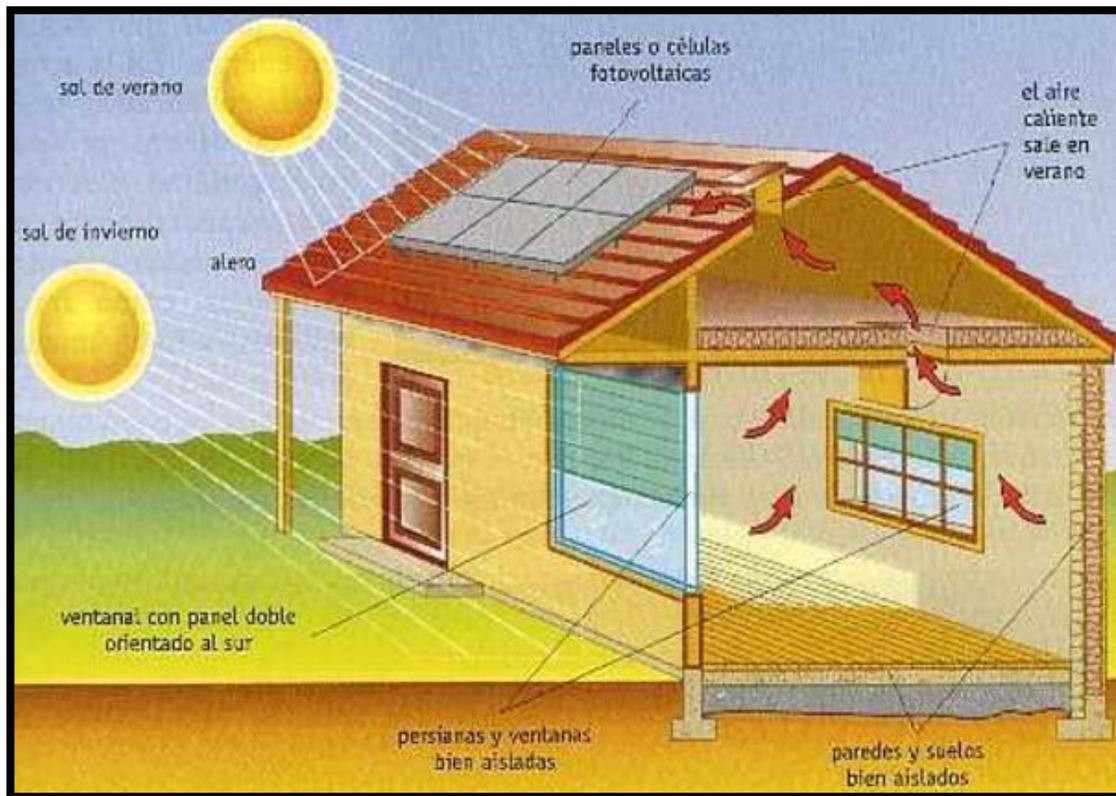


Figura.13 Estrategias para la eficiencia energética en viviendas.

3. Fase de Ejecución.

En esta fase, se procede a la elaboración de los proyectos necesarios, así como de la gestión de contratación de obras, equipos y servicios que de ellos se deriven.

4. Fase de análisis.

En esta última fase se analizan los resultados, se recoge la información referente a consumos durante un mínimo de un año a partir de finalizada la rehabilitación y se comprueba que el ahorro conseguido es igual o superior al previsto. Con esta fase se da por concluida la rehabilitación energética.

AULA BIOCLIMÁTICA.

Es aquella que se trata de adaptar a las condiciones climáticas particulares de un determinado

lugar, logrando las mejores condiciones de confort en el interior de ella, con el menor apoyo posible de fuentes de energía auxiliar.

La arquitectura bioclimática no es algo nuevo, sino que gran parte de la arquitectura tradicional funciona según los principios bioclimáticos, cuando las posibilidades de climatización artificial eran escasas y costosas.

Es importante para un aprovechamiento máximo de las fuentes de energía naturales que haya un planeamiento urbanístico total en el cual se estudien aspectos tales como la situación y distribución de los edificios; las distancias entre ellos y las alturas de construcción para evitar sombras en invierno; las zonas de arbolado necesarias para el aprovechamiento de la radiación solar y la protección del viento; la temperatura, velocidad del viento y la humedad relativa.

El confort térmico es una sensación que varía de una persona a otra aunque depende de la temperatura seca, de la humedad, de la velocidad del viento, de la temperatura interior del ambiente, del metabolismo de la vestimenta de las personas. En este caso de los alumnos y de la de los profesores.

En climas fríos, es interesante aprovechar la radiación solar mediante sistemas activos y pasivos, protegerse de las bajas temperaturas exteriores mediante adecuados materiales aislantes e impedir el efecto del viento predominante. En climas cálidos el efecto es contrario, hay que protegerse contra la radiación solar mediante zonas de sombras próximas a las aulas y de las altas temperaturas exteriores mediante aislamientos adecuados, así como aprovechar la ventilación natural.

ELEMENTOS.

Los elementos que existen los podemos clasificar en pasivos y en activos.

ELEMENTOS SOLARES ACTIVOS.

Los activos hacen referencia al aprovechamiento de la energía solar mediante sistemas mecánicos y/o eléctricos: colectores solares (para calentar agua o para calefacción) y paneles fotovoltaicos (para obtención de energía eléctrica).

ELEMENTOS SOLARES PASIVOS.

Están constituidos por una superficie captadora formada por Vidrios, materiales plásticos transparente y por una superficie De almacenaje formada por los muros, suelos y techos del edificio. Las superficies captadoras más habituales son las ventanas, Atrios y lucernarios.

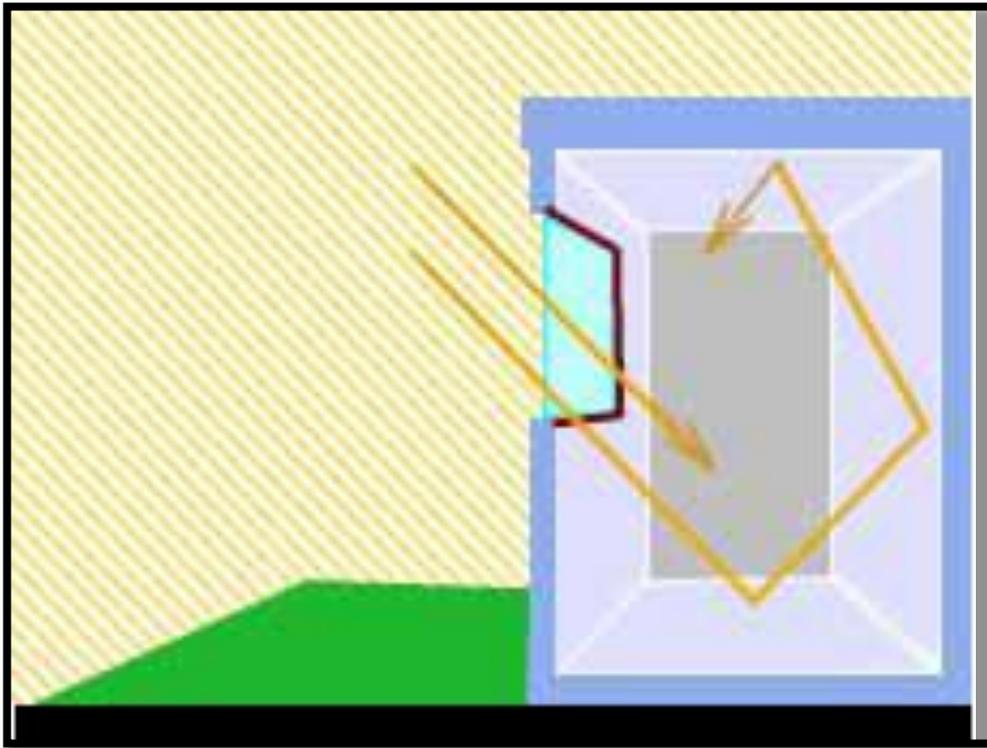


Figura.14 Ventana de vidrio captadora de rayos solares.

RADIACIÓN SOLAR.

Considerar elementos de protección y control de la radiación solar, para evitar sobrecalentamiento en verano, por los vanos que permitan controlar las ganancias térmicas en verano aprovechando dicho aporte térmico en invierno.

Esto considera principalmente elementos de protección frente a ventanas y/o balcones (protecciones del tipo celosías, rompesoles, parasoles, uso de vegetación, etc.)

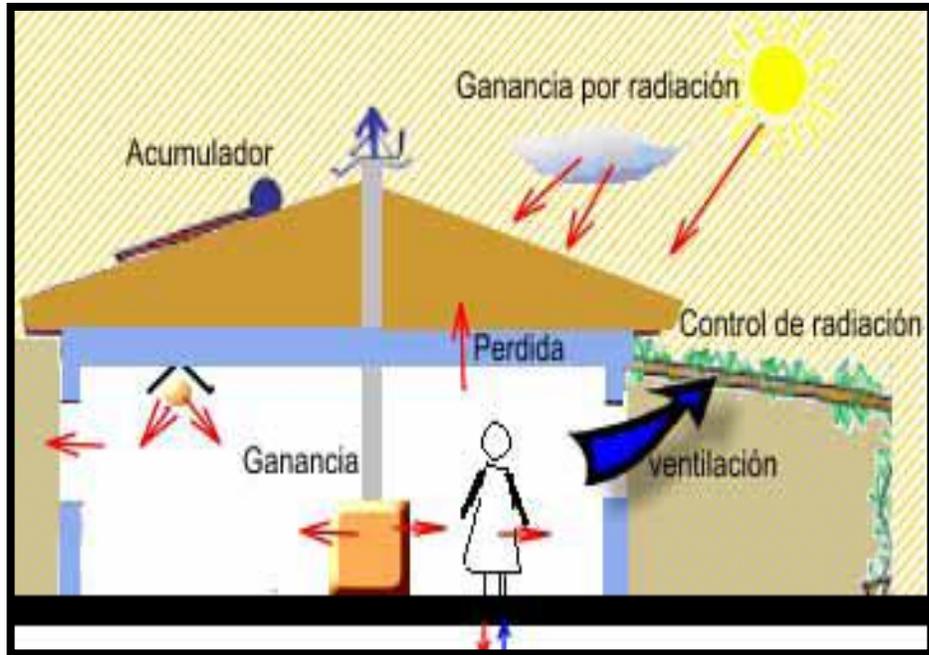


Figura.15 Control y protección para la radiación solar.

Paredes, techos y el sobre crecimiento serán con materiales que tengan bastante resistencia a la transferencia del calor. Este criterio es válido para climas en que la diferencia de temperatura entre el día y la noche oscile en 10 °C., más no en los que se mantengan constante.

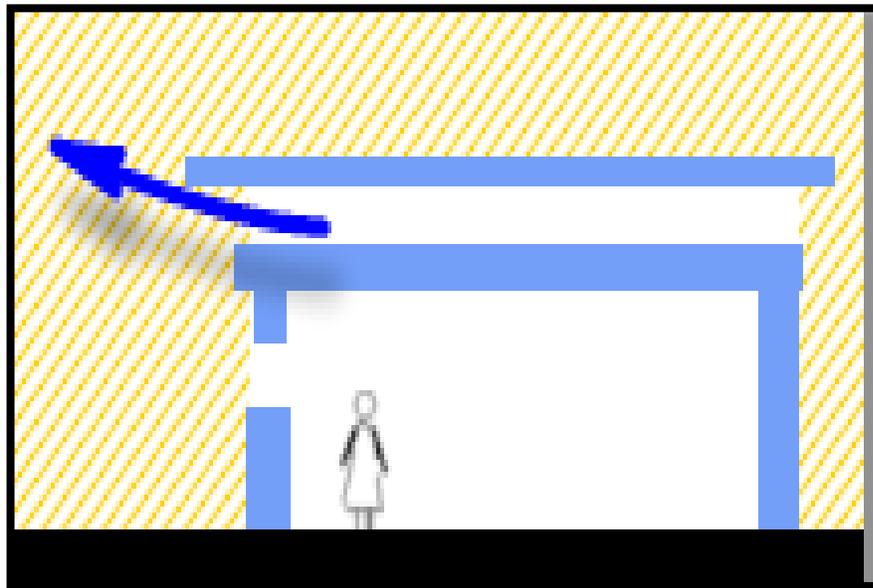


Figura.16 Estilo de techo para resistir la transferencia de calor.

Para climas tropicales, es importante tener en cuenta el uso de la mínima masa estructural, a fin de disminuir el almacenaje térmico. La edificación que tenga poca capacidad de retener el calor, cuando sople el viento o llueva se enfriará más rápidamente.

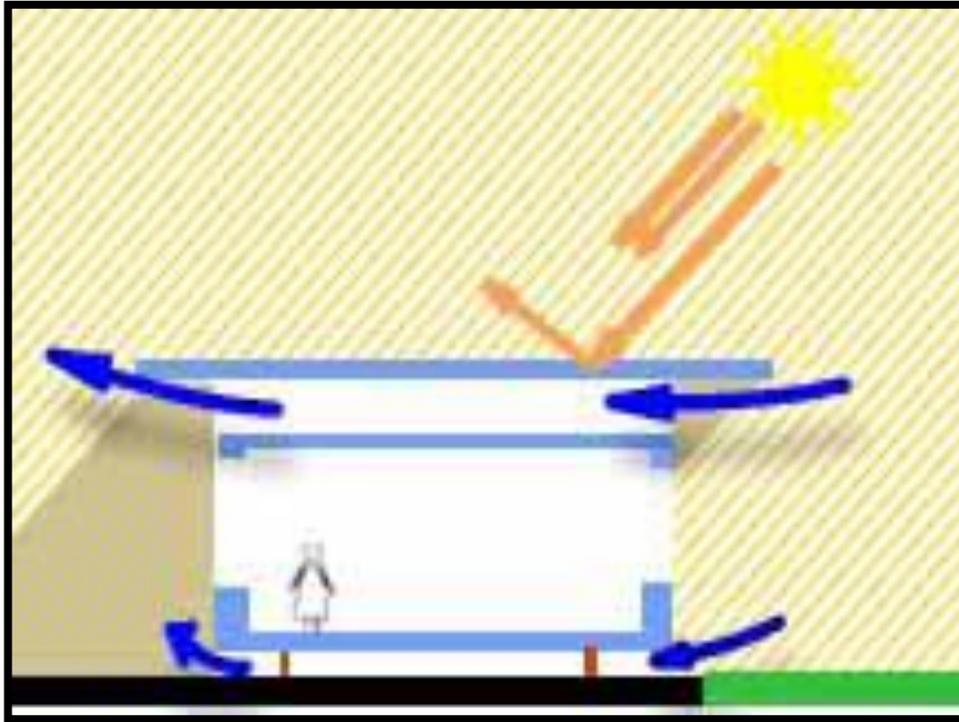


Figura. 17 Techo horizontal con gran área de ventilación.

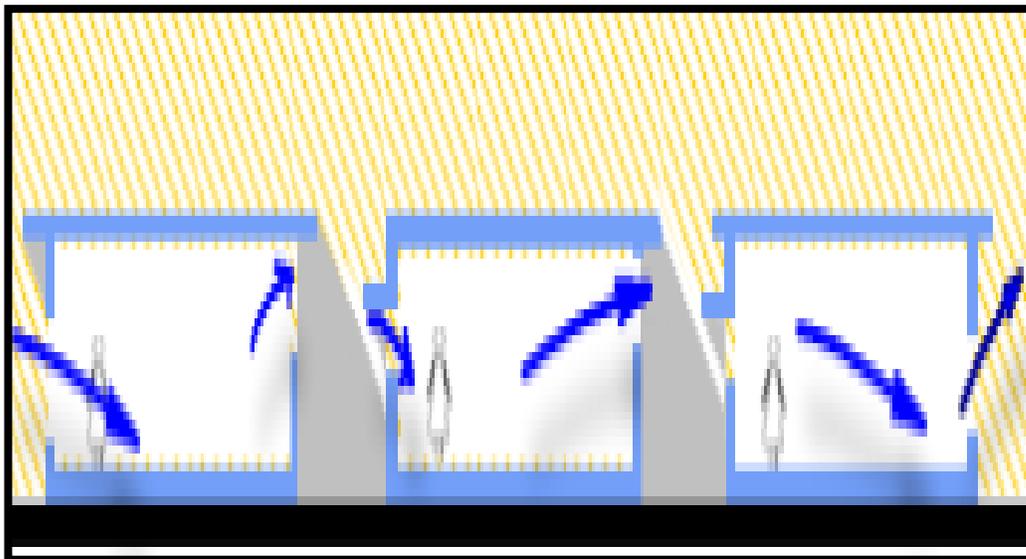


Figura. 18 Distribución del aire en diversas aulas.

PATIOS SOMBREADOS.

El patio como espacio sombreado es un medio eficaz de refrigeración, se puede cubrir en los días calurosos a modo de celosías ligeras, a manera de interponerse a la entrada del sol.

Las aberturas contribuirán a la ventilación, lo mismo que una fuente y la vegetación. En la noche, al retirar el elemento de sombra la radiación espacial y la evaporación no retendrán su acción de enfriamiento.

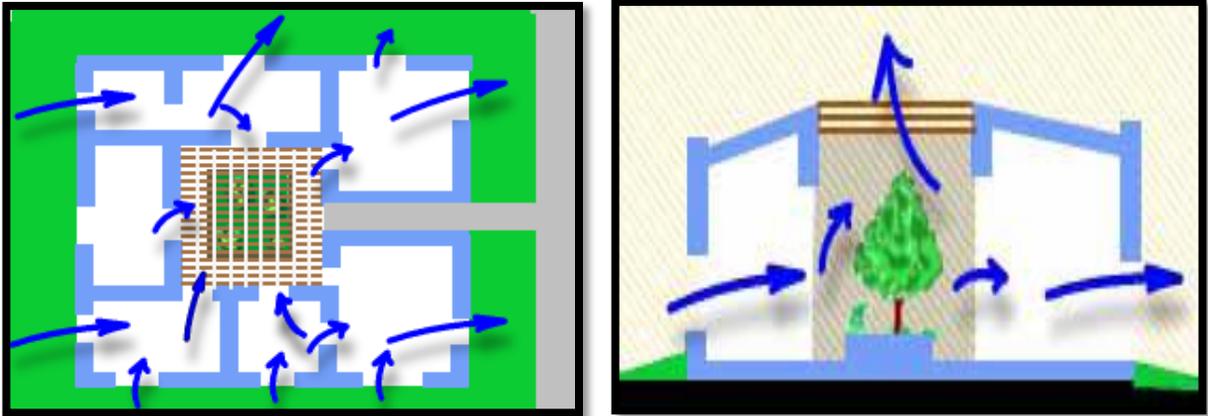


Figura. 19 Patios para refrigeración de las instalaciones.

UTILIZACIÓN DE LA “CHIMENEA SOLAR”.

Usa la convección del aire para crear ventilación, por medio del efecto de sobrecalentar el aire atrapado por la chimenea, obligado a subir rápidamente, succionándolo por un espacio que se conecta a la chimenea. Dentro de los sistemas pasivos, es el más usado, no altera el costo de la edificación.

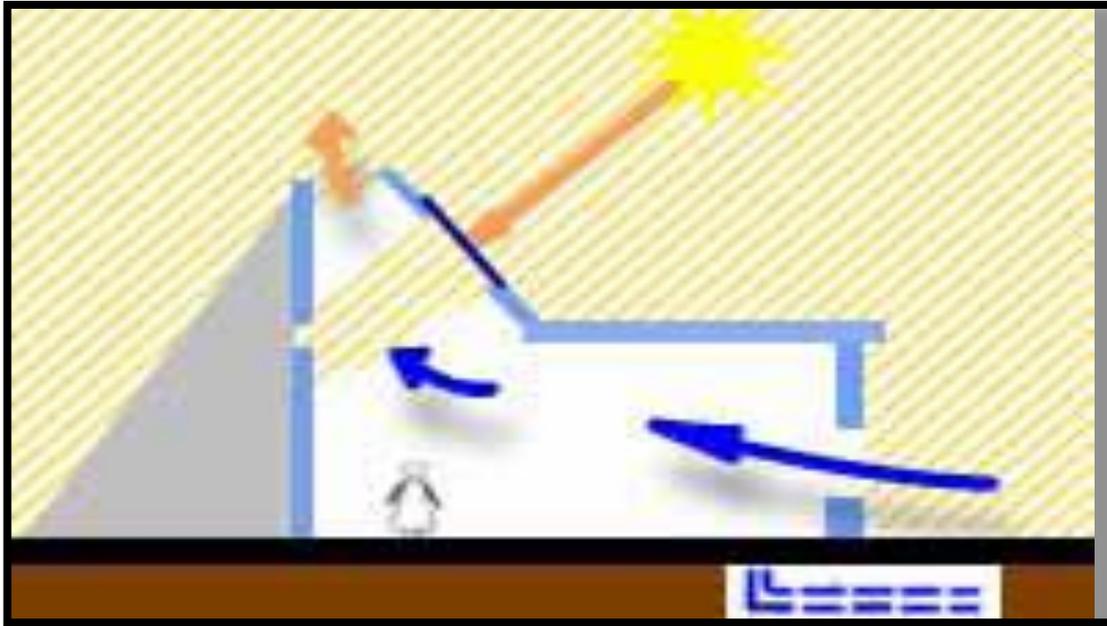


Figura. 20 Chimenea solar.

UBICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN DE UN LOCAL EDUCATIVO.

La ubicación de la edificación de un local educativo tomará en cuenta el impacto del viento, desde un comienzo del estudio, de tal forma que el diseño final corresponda a un urbanismo que preserve el confort de sus futuros usuarios, en este caso de los alumnos y profesores.

La forma que adoptan las edificaciones de las aulas, nos permitirá controlar los efectos de la temperatura, radiación solar, humedad y ventilación en los espacios interiores, produciendo cierto grado de aislamiento, de acuerdo con las diferentes características climáticas de cada región.

En climas muy cálidos y húmedos: Al desarrollar una planta lineal y abierta, se está aprovechando al máximo la acción de los vientos y se refrescaría la temperatura interior alta, se liberaría el exceso de humedad ambiental.

En clima cálido-húmedo: En una planta abierta con patio mediante la ventilación se libera la humedad, pero conserva cierto aislamiento para equilibrar diferencias de temperatura entre el día y la noche.



Figura.21 Planta lineal y abierta para máxima acción de vientos.

En climas templados con escasa humedad: Una planta cerrada con patio aísla de tal forma que permite equilibrar las diferencias de temperatura entre el día y la noche.

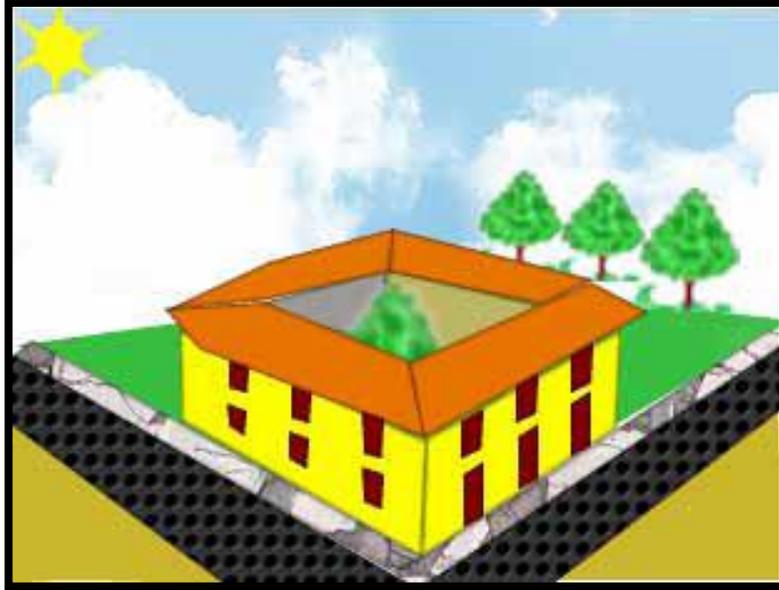


Figura. 22 Planta cerrada con patio central.

En climas cálidos con vientos fuertes: Las aulas se ubicarán separadas pero protegidas con vegetación, de esta forma se controlan los vientos y se permite liberar el exceso de humedad.

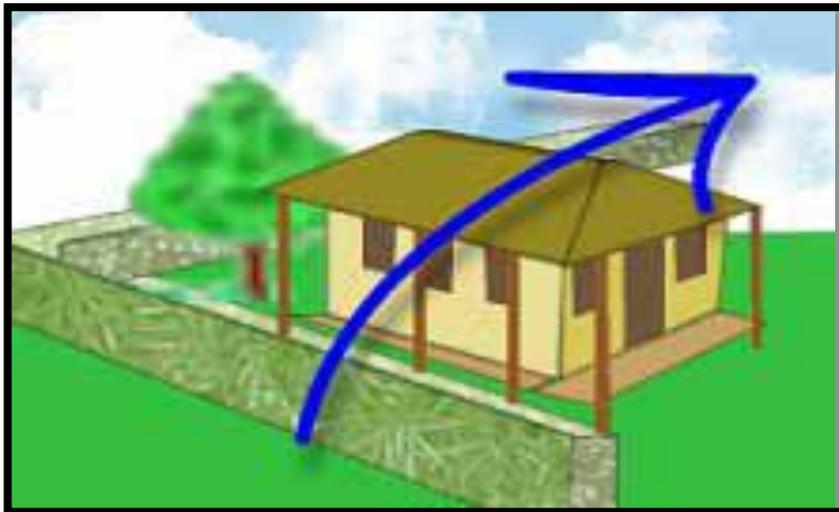
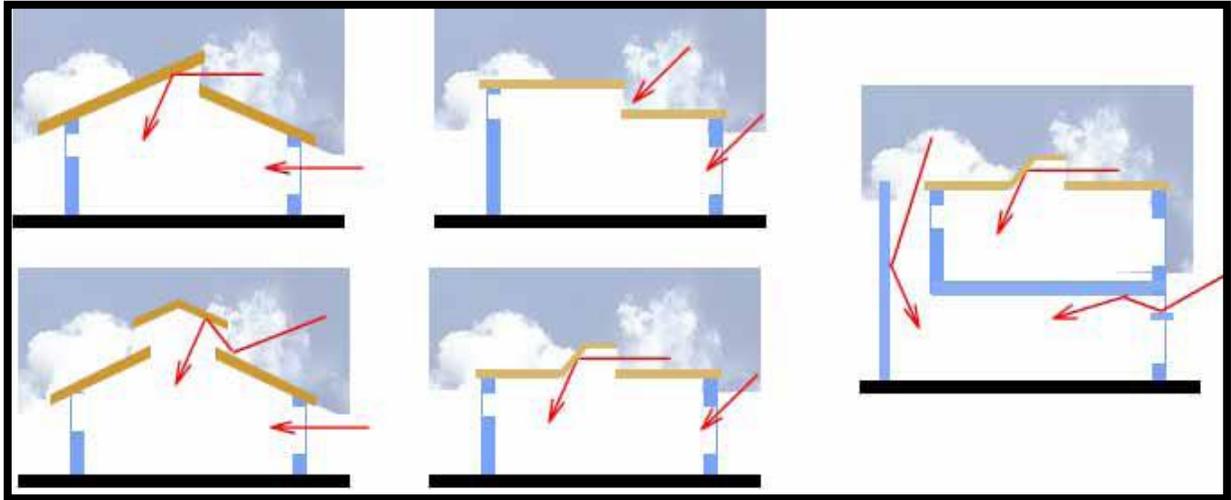


Figura.23 Aula con protección para controlar los vientos.

CRITERIOS GENERALES DE ILUMINACIÓN.

En el ejemplo anterior, se aprecia un buen porcentaje de área de ventana respecto al área de piso, siendo la distribución resultante buena. Las construcciones de un piso tienen ventajas

desde el punto de vista lumínico, ya que permiten aprovechar de iluminación cenital, así como la facilidad de acceso a discapacitados. En los casos de dos niveles o más, se podrían utilizar conductos de sol y repisas.



Zona con Alta Precipitación Zona con baja o nula Precipitación Zona de primer piso, con uso de repisas y Conductos de sol

Figura. 24 Tipo de techos para generar iluminación.

TIPOS DE VENTILACIÓN.

A) VENTILACIÓN NATURAL.

Se denomina ventilación natural al proceso de intercambio de aire del interior de una edificación por aire fresco del exterior, sin el uso de equipos mecánicos que consuman energía tales como acondicionadores de aire o ventiladores.

El movimiento del aire se origina por la diferencia de presiones, la cual tiene dos fuentes: gradiente de temperaturas o efecto dinámico del viento al chocar contra la edificación. En las regiones tropicales, el movimiento del aire de origen térmico puede ser despreciable, dada la poca diferencia de temperatura entre el aire interior y exterior.

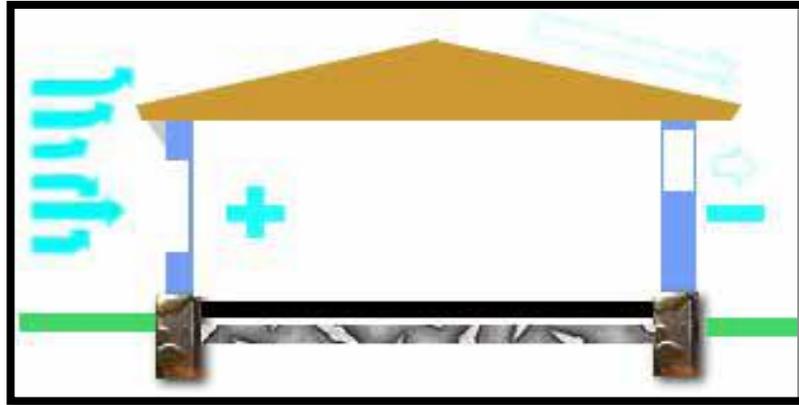


Figura.25 Método de ventilación.

B) VENTILACIÓN FORZADA.

Por el contrario, la fuerza dinámica provee mayor velocidad y remoción del aire a los ambientes interiores, factor de suma importancia para el confort térmico en climas cálidos. La ventilación natural, utilizada en combinación con el aislamiento, la masa térmica y las protecciones solares, pueden reducir o eliminar la necesidad del aire acondicionado en los espacios interiores. Para maximizar las oportunidades de ventilar naturalmente en los salones de clases deben asegurarse un irrestricto acceso a los vientos exteriores. La velocidad del aire en un ambiente está condicionada por la velocidad del viento incidente y de los campos de presión que se generan alrededor de la edificación, los cuales están determinados por la implantación y forma de la edificación, la permeabilidad de las fachadas y la distribución interior de los ambientes.

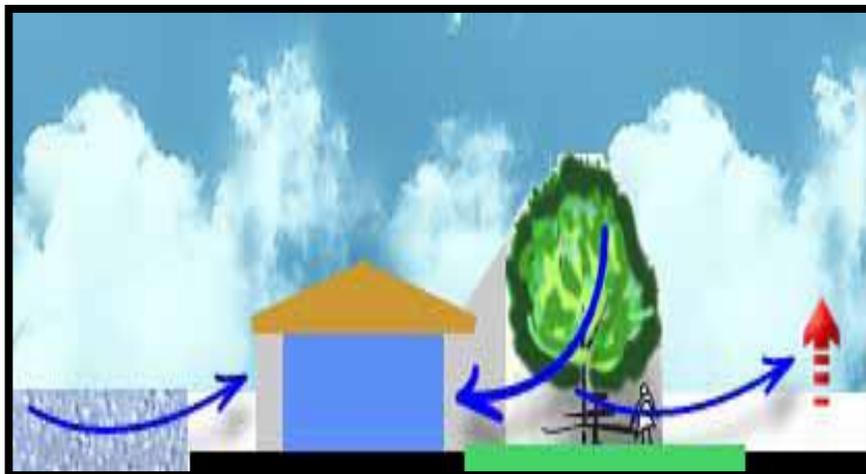


Figura. 26 El aire caliente tiende a elevarse. Se generan corrientes de aire fresco por la sombra y por la evapotranspiración.

FUENTES DE RUIDO EN LOCALES EDUCATIVOS.

Varias son las fuentes de ruido en los locales educativos. En primer lugar, afectando a las aulas que dan a la calle, tenemos el ruido del tránsito. Una segunda fuente son los gritos de los niños. Esta fuente es especialmente importante en clases de actividades prácticas, así como en clases de gimnasia u otras en las cuales el silencio no sea condición imprescindible.



Figura.27 Fuentes de ruido en aulas.

LOS TECHOS.

Los techos horizontales están expuestos a la acción de los rayos del sol durante 12 horas del día, independientemente de la orientación del edificio. No sucede así con los techos inclinados, pues en este caso dependerá de la latitud, ángulo con la horizontal y la orientación de los mismos. Esto lo convierte en uno de los elementos más críticos de la construcción en relación con la ganancia por conducción de la energía solar.

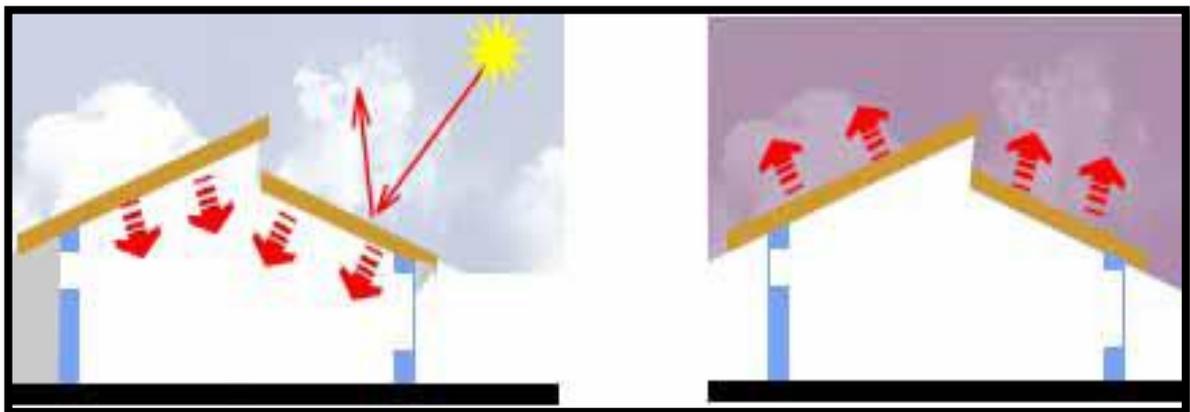


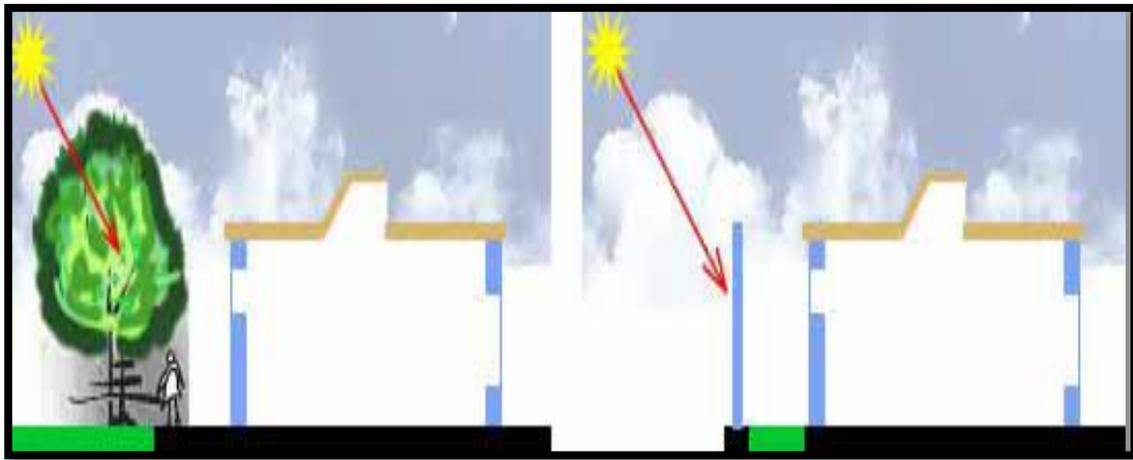
Figura. 28 Estilo de techo para evacuar el calor.

LOS MUROS.

Los muros exteriores son los cerramientos fijos de la edificación que tienen una menor incidencia que el techo en las condiciones de bienestar térmico del espacio interno. En zonas cálidas, si las paredes están a la sombra no es necesario el aislamiento térmico, si están expuestas a la radiación solar, un buen aislamiento evita la elevación de la temperatura interior. En muros o paredes exteriores con exposición de la radiación es conveniente utilizar acabados de superficie que sean buenos reflectores, para reducir la ganancia de calor hacia el interior.

El tratamiento exterior de las paredes debe tomar en cuenta dos aspectos:

- a. Que es parte de un espacio público o privado, exterior.
- b. Que se puede utilizar para rechazar parte de la radiación solar incidente.



a)

Protección con árboles o setos b) Protección con muros, o cercos perimétricos.

Figura. 29 Tipos de muros para evitar radiación solar y ruidos.

5.6 MATERIALES Y SISTEMAS EFICIENTEMENTE ENERGÉTICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

5.6.1 LÁMINAS TRANSLÚCIDAS.

Las láminas translúcidas son prácticamente transparentes. Este tipo de láminas permite el paso de la luz natural casi totalmente, con lo que se facilita el proceso de iluminación de espacios.

Por lo general son utilizadas para construir los llamados tragaluces, que son huecos en techos cubiertos con láminas translúcidas que permiten el paso de la luz y al mismo tiempo ofrecen protección contra la lluvia, el viento y el polvo. El uso de láminas translúcidas en tragaluces permite que la zona en la que se colocan esté iluminada por la luz solar durante el día, eliminando la necesidad de encender luz eléctrica.

Las principales ventajas que ofrece este tipo de láminas son:

- Excelente transmisión de luz
- Gran resistencia a la tensión y flexión
- Resistencia climática
- Larga vida útil
- Resistencia a rayos UV

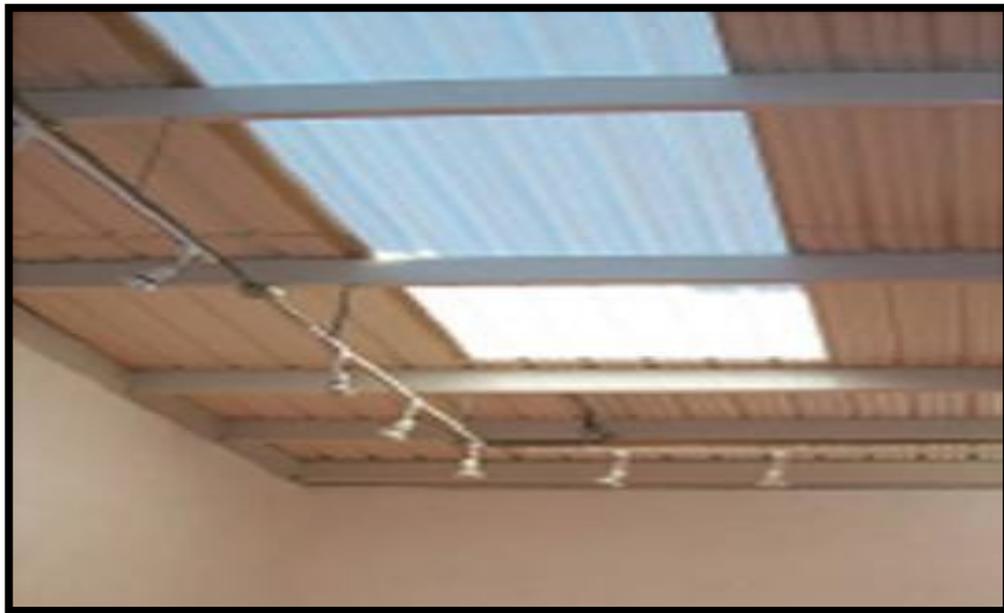


Figura. 30 Cubierta con lámina traslucida.

5.6.1 LAMINA TRANSPARENTE.

Las láminas transparentes están hechas de acrílicos termoplásticos, los cuáles tiene algunas características y propiedades muy interesantes. Si bien son conocidas por su claridad cristalina y capacidad de proteger lugares permitiendo el paso de la luz a continuación se enlistan las propiedades generales de las láminas de acrílico:

- Son fuertes y resistentes a la intemperie. Son flexibles, en comparación con el vidrio
- Son menos frágil que el cristal. Son resistentes a la abrasión
- Pueden resistir la luz solar durante largos periodos de tiempo
- Resistente a la mayoría de los productos químicos y gases industriales
- Se puede transmitir o filtrar la luz ultravioleta. Se puede limpiar fácilmente
- Puede ser cortado por varios métodos
- Resistente a la corrosión. Son buenos aislantes
- Índice de refracción de 1.49
- Posee una transmisión de la luz del 92%

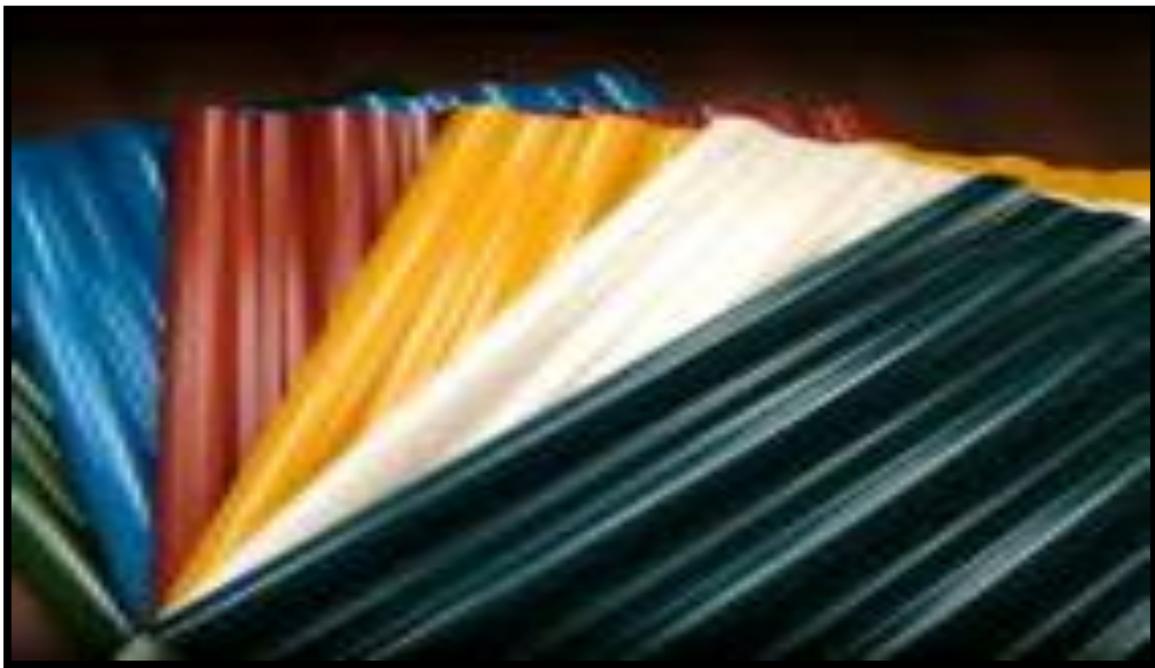


Figura. 31 Variedad de láminas transparentes en colores.

5.6.2 TEJA DE BARRO.

La teja de barro presenta ventajas competitivas si se le compara con el resto de los materiales que actualmente se encuentran en el mercado.

Dando un pequeño resumen de estas son:

- **Aislamiento térmico.** La teja de barro debido a las arcillas utilizadas permite aislar el techo de los rayos solares. Este nos representa un ahorro en energía eléctrica ya que la calefacción o el aire acondicionado se utilizan con menos intensidad.
- **Aislamiento acústico.** La teja de barro permite generar un aislamiento en el techo, y disminuir la intensidad de las ondas sonoras que puedan pasar a través de ella.
- **Color.** Los productos cerámicos permiten ofrecer una amplia gama de colores y texturas, que debido a sus características nos permite asegurar una prolongada permanencia. El color del barro da a los espacios la calidez y la ambientación que se requiere para generar una armonía de belleza.
- **El valor de lo natural.** Las tejas de barro son por definición un producto amigable con el medio ambiente ya que sus insumos, procesos de manufactura son amigables con la naturaleza.

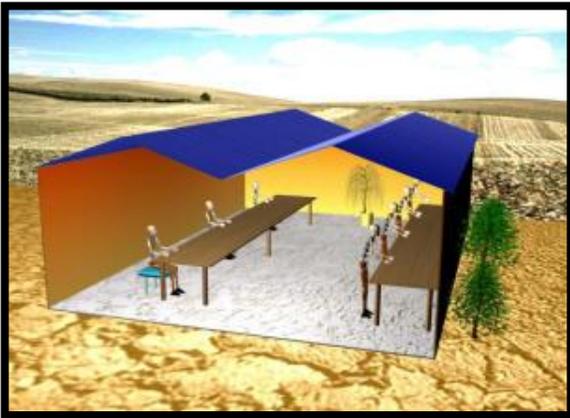


Figura. 32 Techo con teja de **barro**.

5.6.3 EXTRACTORES EOLICOS.

Constituyen la solución ideal para sus problemas de ventilación. Estos pueden ser utilizados en bodegas, naves industriales, iglesias, depósitos, graneros, coliseos, supermercados, auditorios, laboratorios, panaderías, talleres, hangares, invernaderos, restaurantes, hospitales, teatros, escuelas, residencias, silos, cámaras de aire bajo cines, cubiertas, entre otros tipos de inmuebles.

Ventilación tradicional.



Ventilación eólica.

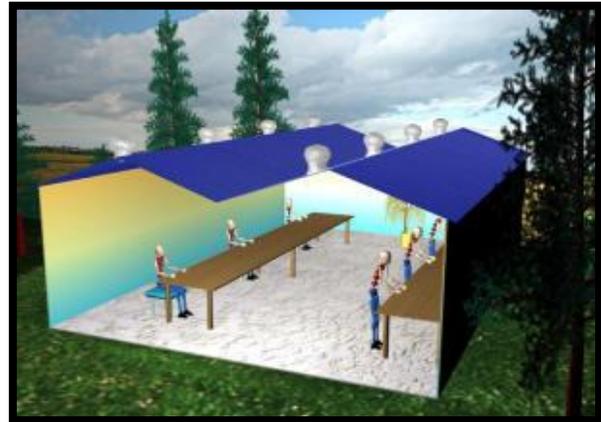


Figura. 33 Tipo de ventilación en edificaciones.

VENTAJAS APORTAN LOS EXTRACTORES EÓLICOS.

1. Elimina el calor, la humedad, vapores, polución y olores acumulados en el interior del local o nave, gracias a su elevada capacidad de extracción.

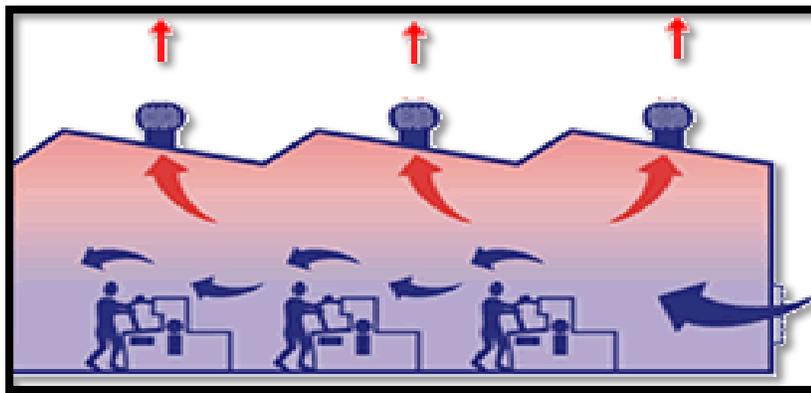


Figura. 34 Distribución del aire por medio de los extractores eólicos.

2. Restablece los niveles necesarios de oxígeno proporcionando unas condiciones ambientales de trabajo propias incidiendo notablemente en el rendimiento de los trabajadores, aumentando la productividad.



Figura. 35 Extractor eólico.

3. Extraen humos, gases, vapores, polvillo, humedad, olores, renovando el aire ambiental interior.
4. Su diseño optimizado permite un ahorro total, por lo que no requiere de mantenimiento en: lubricación, corrosión, ruido, goteras y pintura.
5. Renueva constantemente el aire interior de su ambiente (24 horas al día).
6. Reduce carga térmica generada por el proceso productivo.
7. Eleva los índices de control térmico: equilibra las temperaturas: interna/externa (a la sombra).
8. Totalmente impermeables
9. Reduce la polución suspendida en el aire.
10. Reduce la humedad interior de su ambiente.
11. Restablece los niveles de oxígeno proporcionando un ambiente más saludable.
12. Elimina los olores acumulados en el interior del local o nave.

5.6.4 BOTELLA SOLAR.

1. Sencillos pasos para realizar una botella que ilumine los ambientes de un hogar.
2. Haz un corte circular en medio de una lámina calamina.
3. Coloca la botella reciclable de 2 litros sujetándola con una buena pasta adhesiva.
4. Llena la botella con agua y agrega 10ml de cloro.
5. La botella captura los rayos solares y los amplifica como un prisma, alumbrando la

zona oscura de la casa como si fuera un foco eléctrico encendido. No es necesario que haya un día soleado para ver sus efectos

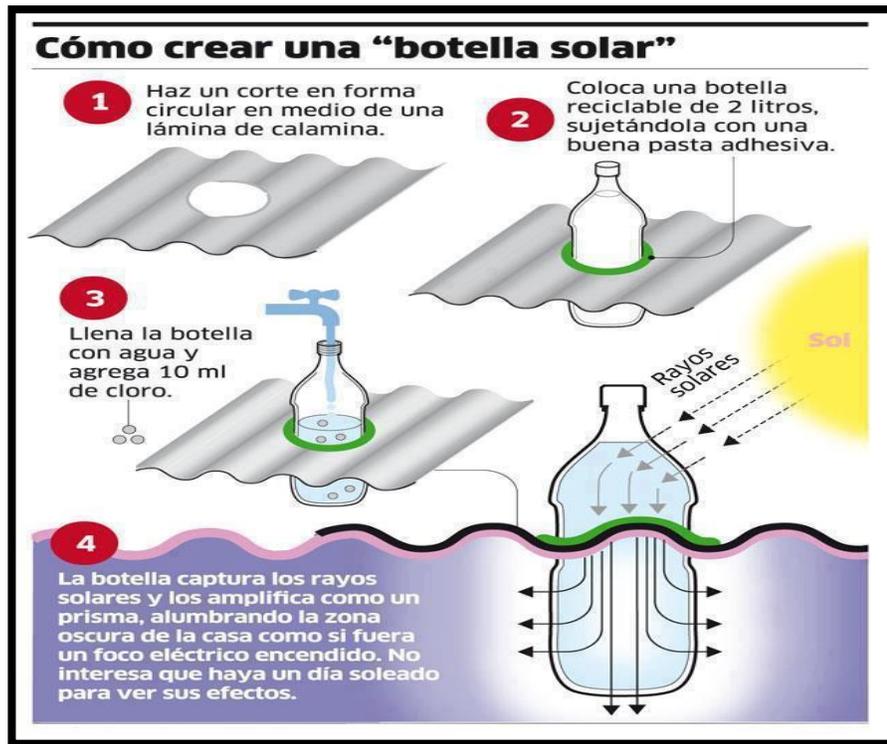


Figura. 36 Colocación de la botella solar en techo.

5.6.5 CASA DEL AGUA.

La lluvia ácida que cae en Ciudad de México, una de las más contaminadas del mundo, es transmutada en agua pura cargada de “amor, gratitud y respeto”, en la pequeña pero acogedora Casa del Agua, un proyecto 100% mexicano que busca llevar el vital líquido del cielo a la mesa, a través de un sofisticado proceso de purificación y armonización.

La idea surgió “como un proyecto que por supuesto debía ser rentable pero también mucho más que un negocio. Algo que fuera parte de una renovación, de mandar mensajes positivos”, explica su fundador, Bosco Quinzaños, un joven financiero.

La Casa del Agua se encuentra ubicada en un barrio acomodado de Ciudad de México, donde los altos índices de contaminación del aire hacen que la lluvia sea mucho más ácida de lo normal.

Un jardín en el techo del edificio capta el agua proveniente de las nubes que luego es almacenada en dos contenedores. “En una hora de lluvia captamos 5,000 litros de agua”, dice el encargado del espacio, Juan Manuel Márquez entre árboles frutales, sobre los que se posan abejas y mariposas.

Cuando no llueve, se riegan las plantas del jardín con agua del grifo para que “la tierra detenga algunas de las partículas suspendidas” que contiene, añade Márquez, que asegura que el 80% del líquido que procesa proviene de la lluvia.

¿Cómo funciona?

Además de ser un “filtro gigante”, este jardín es visitado a diario por personas que viven o trabajan en la zona. El agua captada es propulsada por una máquina hacia una serie de filtros: uno que detiene la basura y otro de carbón activado que extrae las partículas más pequeñas y elimina los olores y sabores.

El caudal sigue su curso por un sistema de tuberías para alcanzar dos grandes destiladoras que calientan el agua hasta convertirla en vapor y luego la condensan para regresarla al estado líquido. La vital sustancia sale de ahí totalmente purificada pero incompleta, pues ha perdido sus minerales.

Entonces, es oxigenada al deslizarse por un tobogán en espiral; ionizada al entrar en contacto con imanes cargados positiva y negativamente y mineralizada al pasar por un recipiente con piedras de río, algunas de las cuales contienen plata pura para garantizar el adecuado nivel alcalino.

Detrás del aparador circular que exhibe los productos de la casa, cuatro empleados con guantes y tapabocas esterilizan sofisticadas botellas de vidrio decoradas con elegantes dibujos, que luego llenan con el agua purificada y armonizada que sale de gigantescas pipetas.

Cada día se producen unas 300 botellas de 600 ml, que son vendidas a 40 pesos (unos 3 dólares), en un país donde el salario mínimo es de unos 60 pesos por jornada (4.7 dólares). El 75% del valor del producto corresponde sólo a la botella, que es retornable



Figura. 37 Casa del Agua, México.

5.6.6 AISLANTE TERMICO REFLECTIVO AD (PRODEX)

DESCRIPCION DEL PRODUCTO

Espuma de polietileno de celda cerrada en espesores de 10, 5 y 3mm laminada en aluminio puro en ambas caras.

- Desarrollada bajo las más altas normas de calidad.
- Diseñada para ahorrar energía eliminando el calor radiante que emiten los techos, pisos o paredes dentro de las construcciones.
- Además, protege su casa, comercio o proyecto brindándole CONFORT en cualquier época del año.

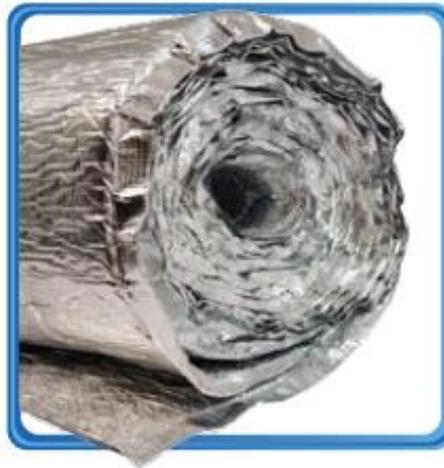


Figura. 38 Aislante térmico reflectivo ad (Prodex) presentación en rollos.



Figura. 39 Aplicación del aislante térmico reflectivo en techos y paredes.

Especificaciones Técnicas del Producto

AISLANTE AD (Doble Cara Aluminio - Barrera contra Fuego)		
MEDIDAS Y TOLERANCIAS DEL PRODUCTO ESTANDAR		
ESPEORES: 3 ± 0.21 (mm), 5 ± 0.35 (mm), 10 ± 0.70 (mm)	LARGO: ± 30 cm	ANCHO: 1.22 ± 0.01 (m)
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PRODUCTO		
CARACTERÍSTICAS	VALOR	NORMA
ESTRUCTURA DE CELDA ESPUMA	Cerrada	-
PESO PROMEDIO POR M2	(3mm) 0,204 kg/m2 (5mm) 0,242 kg/m2 (10mm) 0,414 kg/m2	-
DENSIDAD DEL AISLANTE	34-54 kg/m3	ASTM 1622
PERMEABILIDAD	Impermeable	Dir. UEAtc
PERMEABILIDAD AL VAPOR DE AGUA	0.033 g/m2hkPa - 0.05 perms (gr/ft2*h*in.hg)	ASTM E 96/IRAM 1735
ÍNDICE DE FLAMA	0	ASTM E-84
DESARROLLO DE HUMO	15	ASTM E-84
EMITANCIA	0,03	ASTM C-1371-98
RESISTENCIA A HONGOS	Resistente / No promueve crecimiento de hongos – moho	ASTM C 1338
DESLAMINACIÓN	No deslaminación	ASTM C-1224-99
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	- 20°C / 80°C	ASTM C-1258

Figura. Especificaciones técnicas del aislante térmico reflectivo AD.

Tipos de Producto



AISLANTES AD	ESPESOR(mm)	ANCHO(m)	LARGO(m)	M ² POR ROLLO	PESO POR M ²	ANCHO UTIL
AD10/DOBLE ALU	10mm	1.22m	20m	24.4m ²	0,414 kg/m ²	1.17 m
AD5/DOBLE ALU	5mm	1.22m	20m	24.4m ²	0,242 kg/m ²	1.17 m
AD3/DOBLE ALU	3mm	1.22m	20m	24.4m ²	0,204 kg/m ²	1.17 m



Figura. 40 Tipos de productos de aislante térmico AD y sus características.

5.6.7 FIBRA DE VIDRIO

Es un aislante acústico-térmico. Especialmente diseñado para ser instalado en los espacios entre la perfilera de los Sistemas Constructivos Livianos. Viene para ser instalado inmediatamente sin necesidad de hacer cortes adicionales. no se desliza, ni necesita elementos de sujeción, ya que ocupa por completo la distancia entre perfiles. Se elabora en forma de manta con finas fibras de vidrio, resistentes, elásticas, aglutinadas entre sí por medio de una resina fenólica de fraguado termoestable, que le imparte alta estabilidad dimensional.

USOS

Control acústico: tiene un coeficiente de reducción de ruido 0.85, que lo hace ideal para el acondicionamiento acústico de recintos de trabajo, oficina y vivienda. Así como en el tratamiento acústico de paredes exteriores e interiores de paneles divisorios.

Aislamiento térmico: Se emplea tanto en vivienda como en instalaciones comerciales e industriales, para el control y mantenimiento de temperaturas confortables, e igualmente para

regular y mantener determinadas condiciones especiales de humedad relativa, requeridas para algunas industrias

CARACTERÍSTICAS:

- ✓ Absorción acústica
- ✓ Aislante térmico
- ✓ Incombustible
- ✓ Peso liviano
- ✓ Inorgánico
- ✓ No crea bacterias ni hongos
- ✓ No genera olores
- ✓ Dimensionalmente estable
- ✓ Fácil de instalar
- ✓ Mantiene en el interior la temperatura confortable
- ✓ Mantiene los niveles adecuados de humedad
- ✓ Reduce la transmisión de sonidos y controla el ruido

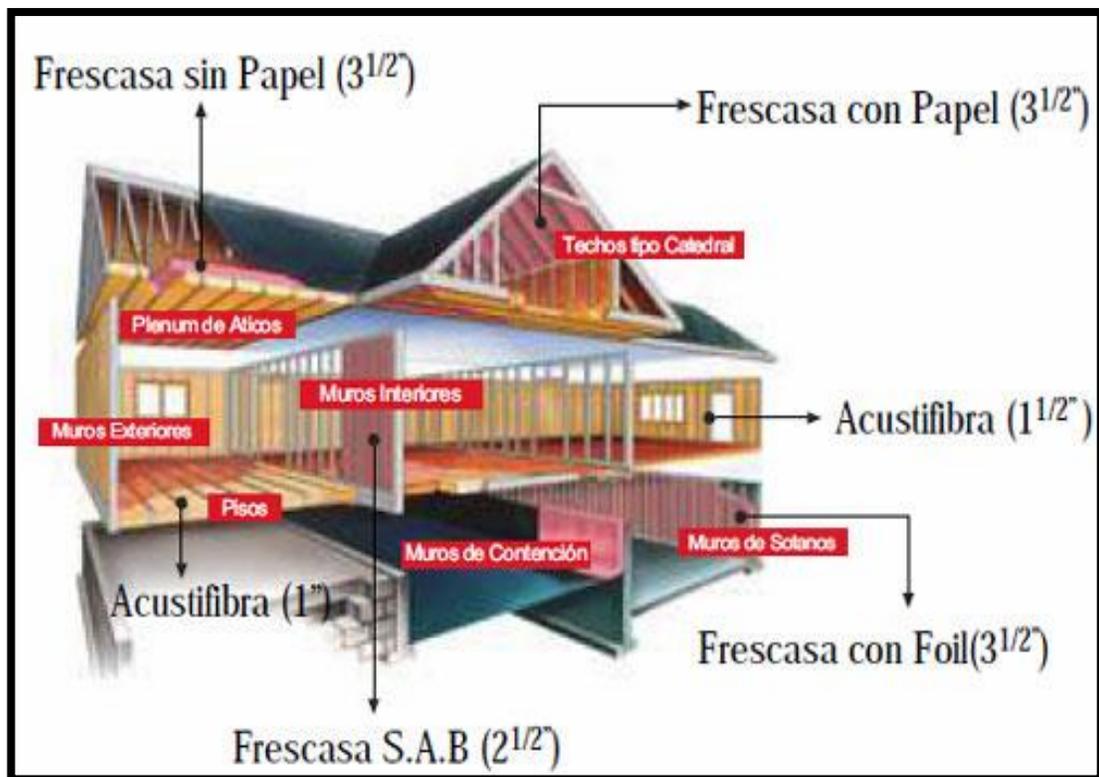


Figura. 41 Aplicación de la fibra de vidrio en edificaciones.

5.6.8 CIELOS FALSOS DE THERMOPOR

Su núcleo es una plancha de poliestireno expandido de densidad 14kg/ m^3 recubierta con una mezcla a base de resina, calcio, mármol fino y mármol ordinario. Como sabemos el poliestireno expandido es un material que proporciona excelentes propiedades de aislamiento térmico y acústico a un precio accesible.

Ventajas

- Poco peso, por lo que es muy fácil de transportar.
- Proporciona aislamiento térmico y acústico.
- Económica y estética, lo que la hace atractiva para instalaciones pequeñas y grande



Figura. 42 Loseta de cielo falso thermopor.

5.6.9 CIELORRASO DE YESO CON CARA DE VINILO Y RECUBRIMIENTO POSTERIOR DE ALUMINIO

Características Físicas:

Dimensión: 9mm x2' x 4 ' Borde Cuadrado

Material: Centro de Yeso con recubrimiento posterior de Aluminio

Superficie Recubierta: Recubrimiento en Vinilo Blanco Brillante (cara)

Diseño: Vinilo Blanco Monolítico con Imperceptible Textura

Peso: 7.2kg/m²

NRC: 0.15

Fabricado bajo las normas ASTM-1264

Este producto no contiene Asbestos ni Formaldehído, y es favorable al Medio Ambiente.

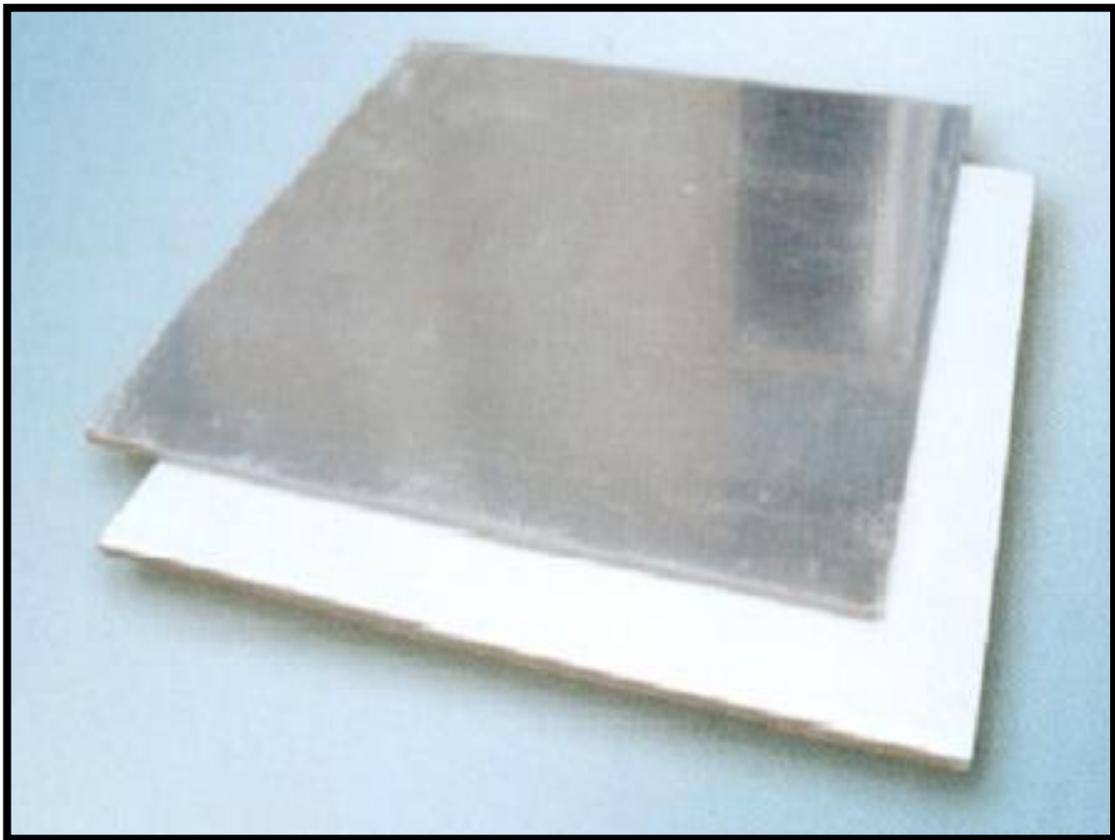


Figura. 43 Fabricado bajo las normas ASTM-1264. Este producto no contiene Asbestos ni Formaldehído, y es favorable al Medio Ambiente.

5.6.10 VENTANAS PIVOTANTES

El sistema de ventana pivotante nos ofrece múltiples ventajas:

- Buen nivel de estanqueidad y de insonorización gracias a su cierre a presión.
- Esta ventana visión muy amplio y poca invasión del espacio interior.
- Las ventanas pivotantes permiten regular la cantidad de ventilación, ayudando a obtener el nivel térmico deseado dentro de una estancia. Otra ventaja es que son muy fáciles de limpiar desde el interior.
- El sistema de apertura pivotante es técnicamente complejo de fabricar e instalar, por lo que recomendamos contratar a un buen especialista.
- Está disponible en pvc y en aluminio. En éste último material, también está disponible con rotura de puente térmico.



Figura. 44 Ventanas pivotantes aplicación en infraestructura.

6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Para realizar el análisis de eficiencia energética y proponer alternativas energéticas viables económicamente para ITCA-FEPADE Centro Regional San Miguel”, se llevarán a cabo las siguientes actividades:

Tabla 2 Metodología de la Investigación

Objetivo	Metodología a utilizar	Meta	Responsable
<p>Objetivo 1:</p> <p>Realizar investigación bibliográfica sobre el estado actual de la ciencia sobre eficiencia energética.</p>	<p>Actividad 1: Investigación Bibliográfica.</p> <p>Se realizara investigación bibliográfica del estado actual de la ciencia Eficiencia energética.</p>	<p>Conocer el estado actual de la ciencia sobre Eficiencia energética.</p>	<p>Lic. Vásquez Ing. Amaya Ing. Rivera.</p> <p>Estudiantes investigadores Eléctrica/Civil</p>
<p>Objetivo 2:</p> <p>Realizar mediciones de parámetros eléctricos para determinar la eficiencia de los equipos y la proporcionada por los datos de placa.</p>	<p>Actividad 1: Medición de parámetros eléctricos</p> <p>Se realizara la medición de cargas en las diferentes lugares de la institución.</p>	<p>Conocer el consumo actual Real de energía en la Regional de San Miguel</p>	<p>Lic. Vásquez Ing. Amaya</p> <p>Estudiantes investigadores eléctrica</p>
<p>Objetivo3.</p> <p>Realizar un estudio de las características de los diferentes tipos de materiales e infraestructura utilizados en la construcción de edificaciones a los largo de este campus.</p>	<p>Actividad 1: Caracterización de materiales y edificios de la Regional.</p> <p>Se realizara un estudio para determinar las características de los materiales y infraestructura utilizados en a lo largo de este campus.</p>	<p>Conocer las características de los diferentes materiales utilizados e infraestructura</p>	<p>Lic. Vásquez Ing. Rivera.</p> <p>Estudiantes investigadores Civil</p>

Objetivo	Metodología a utilizar	Meta	Responsable
<p>Objetivo 4:</p> <p>Realizar análisis de consumo energético detallado y global del Centro Regional San Miguel.</p>	<p>Actividad 1: Análisis del consumo energético en la regional.</p> <p>Se realizara un análisis de los diferentes parámetros recolectados, determinando la eficiencia de los equipos y diferentes dispositivos utilizados en la institución.</p>	<p>Realizar análisis de eficiencia energética con la información recolectada.</p>	<p>Lic. Vásquez Ing. Amaya Ing. Rivera.</p> <p>Estudiantes investigadores Eléctrica /Civil</p>
<p>Objetivo 5:</p> <p>Identificar fuentes otras fuentes de energía alternativa para suplir las necesidades de energía.</p>	<p>Actividad 1: Identificar otras alternativas de energía.</p> <p>Se verificara de acuerdo al análisis de eficiencia y se buscaran otras fuentes posibles de energía para suplir las necesidades.</p>	<p>Identificar otras fuentes de energía que se pueden utilizar para suplir las el consumo de energía.</p>	<p>Lic. Vásquez Ing. Amaya Ing. Rivera.</p> <p>Estudiantes investigadores.</p>
<p>Objetivo 6:</p> <p>Identificar y proponer alternativas de solución viable económicamente para darle solución a los problemas de eficiencia energética.</p>	<p>Actividad 1:Identificar</p> <p>Identificar alternativas de solución viables económicamente de acuerdo a las características de consumo de energía.</p> <p>Actividad 1:Proponer</p> <p>Proponer alternativas de solución para la reducción del consumo de energía y a la vez lograr una mayor eficiencia de energía.</p>	<p>Proponer alternativas de solución viable económicamente para lograr una mayor eficiencia energética en la regional.</p>	<p>Lic. Vásquez Ing. Amaya Ing. Rivera.</p> <p>Estudiantes investigadores.</p>

Con la realización del estudio de “Análisis de eficiencia energética y propuesta de alternativas energéticas integrales que sean viables económicamente, en Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE Regional San Miguel” se pretende lograr

- 1- La realización de un análisis detallado de eficiencia energética en la regional de San Miguel.
- 2- Presentar alternativas de solución viables económicamente para reducir la ineficiencia en los diferentes sistemas.

7. RESULTADOS Y ALCANCES ESPERADOS

7.1 MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS

- **Iluminación**

Datos correspondientes a las luminarias instaladas en cada una de las aulas pertenecientes a el campus de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE Regional San Miguel.

Tabla 3 AULA UNO

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32 W * 2 balastos electrónicos 2x 32 W	120 V C/B	0.49 A C/B	S/R	Marca AAVANCE. 1 tubo fluorescente no enciende. Difusor opaco. Necesita limpieza.
Lámpara #2	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.96 A	90 %	Marca TRIAD, UniversalLightingTechnologies. Difusor opaco. Necesita limpieza.

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara # 3	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.96 A	90 %	Marca TRIAD, UniversalLightingTechnologie s. Difusor opaco. Necesita limpieza. 1 tubo fluorescente no enciende
Lámpara # 4	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.96 A	90 %	Marca TRIAD, UniversalLightingTechnologie s. Difusor opaco. Necesita limpieza. 1 tubo fluorescente no enciende.
Lámpara # 5	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.96 A	90 %	Marca TRIAD, UniversalLightingTechnologie s. Difusor opaco. Necesita limpieza.
Lámpara # 6	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.96 A	90 %	Marca TRIAD, UniversalLightingTechnologie s. Difusor opaco. Necesita limpieza. 1 tubo fluorescente no enciende.
Ventilador # 1	Ventilador de techo	120 V	0.63 A	S/R	Necesita limpieza
Ventilador # 2	Ventilador de techo	120 V	0.50 A	S/R	Necesita limpieza
Ventilador # 3	Ventilador de techo	120 V	0.63 A	S/R	Necesita limpieza

C/B: Cada balastro

S/R: sin registro

Tabla 4 Medición intensidad luminosa en el aula

Posición	Lux	Posición	Lux
1	310	5	261
2	225	6	250
3	203	7	239
4	265	8	234

Intensidad luminosa promedio del aula 1

$$LUX_{promedio} = \frac{310 + 225 + 203 + 265 + 261 + 250 + 239 + 234}{8}$$

$$LUX_{promedio} = 248.38 \text{ lux}$$

Tabla 5 AULA 2

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.94 A	S/R	Marca Philips AVANCE. Difusor opaco. Necesita limpieza.
Lámpara #2	* Lámpara de cuatro tubos de 40 W * 2 balastro magnéticos (2 x 40 W C/U)	120 V C/B	0.84 A C/B	S/R	Difusor opaco. Necesita limpieza. 2 tubos no encienden
Lámpara # 3	* Lámpara de cuatro tubos de 40 W * 2 balastro magnéticos (2 x 40 W C/U)	120 V C/B	0.84 A C/B	S/R	Difusor opaco. Necesita limpieza. 2 tubos no están Instaladas
Lámpara # 4	* Lámpara de cuatro tubos de 40 W * 2 balastro magnéticos (2 x 40 W C/U)	120 V C/B	0.84 A C/B	S/R	Difusor opaco. Necesita limpieza. 2 tubos no encienden

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara # 5	* Lámpara de cuatro tubos de 40 W * 2 balastro magnéticos (2 x 40 W C/U)	120 V C/B	0.84 A C/B	S/R	Difusor opaco. Necesita limpieza. 2 tubos no encienden
Lámpara # 6	* Lámpara de cuatro tubos de 40 W * 2 balastro magnéticos (2 x 40 W C/U)	120 V C/B	0.84 A C/B	S/R	Difusor opaco. Necesita limpieza.
Ventilador # 1	Ventilador de techo	120 V	0.63 A	S/R	Necesita limpieza
Ventilador # 2	Ventilador de techo	120 V	0.63 A	S/R	Necesita limpieza
Ventilador # 3	Ventilador de techo	120 V	0.63 A	S/R	Necesita limpieza

C/B: Cada balastro

S/R: sin registro

Tabla 6 Lux de aula

Posiciones	Lux	Posiciones	Lux	Posiciones	Lux
1	136	4	148	7	137
2	101	5	125	8	99
3	93	6	96	9	69

$$LUX_{promedio} = \frac{136 + 101 + 93 + 148 + 125 + 96 + 137 + 99 + 69}{9}$$

$$LUX_{promedio} = 111.55 \text{ lux}$$

Tabla 7 AULA 3

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.94 A	S/R	Marca Philips AVANCE. Difusor opaco. Necesita limpieza.

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #2	* Lámparas de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.94 A	S/R	Marca Philips AVANCE. Difusor opaco. Necesita limpieza. 1 tubo fluorescente esta quemado.
Lámpara # 3	* Lámpara de cuatro tubos de 40 W * 2 balastos magnéticos (2 x 40 W C/U)	120 V C/B	0.84 A C/B	S/R	Difusor opaco. Necesita limpieza. La lámpara no tiene instalados los tubos fluorescentes.
Lámpara # 4	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.96 A	90 %	Marca TRIAD, UniversalLightingTechnologies. Difusor opaco. Necesita limpieza.
Lámpara # 5	* Lámpara de cuatro tubos de 40 W * 2 balastos magnéticos (2 x 40 W C/U)	120 V C/B	0.84 A C/B	S/R	Difusor opaco. Necesita limpieza. Tiene problemas en el arranque.
Lámpara # 6	* Lámpara de cuatro tubos de 40 W * 2 balastos magnéticos (2 x 40 W C/U)	120 V C/B	0.84 A C/B	S/R	Difusor opaco. Necesita limpieza. Tiene problemas en el arranque.
Ventilador # 1	Ventilador de techo	120 V	0.63 A	S/R	Necesita limpieza
Ventilador # 2	Ventilador de techo	120 V	0.63 A	S/R	Necesita limpieza
Ventilador # 3	Ventilador de techo	120 V	0.63 A	S/R	Necesita limpieza

C/B: Cada balastro

S/R: sin registro

Tabla 8 Medición de la intensidad luminosa del aula tres

Posiciones	Lux	Posiciones	Lux	Posiciones	Lux
1	140	4	165	7	87
2	205	5	131	8	157
3	178	6	118	9	174

$$LUX_{promedio} = \frac{140 + 205 + 178 + 165 + 131 + 118 + 87 + 157 + 174}{9}$$

$$LUX_{promedio} = 150.55 \text{ lux}$$

Tabla 9 **AULA 4**

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.96 A	95 %	Marca SYLVANIA THD: < 20 %. Difusor opaco. Necesita limpieza.
Lámpara #2	* Lámparas de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.96 A	95 %	Marca SYLVANIA THD: < 20 %. Difusor opaco. Necesita limpieza.
Lámpara #3	* Lámpara de cuatro tubos dos de 40 W y dos de 32 W * 1 balastro magnético de 2 x 40 W y 1 balastro electrónico de 4 x 32 W	120 V BE y BM	BM 0.84 A BE 0.96 A	BM S/R BE 90%	Marca BM AAVANCE Marca BE TRIAD, UniversalLightingTechnologies. Difusor opaco. Necesita limpieza. El balastro magnético no funciona.
Lámpara #4	* Lámparas de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.96 A	95 %	Marca SYLVANIA THD: < 20 %. Difusor opaco. Tiene 3 tubos luz cálida Necesita limpieza.

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara # 6	* Lámpara de cuatro tubos de 40 W * 2 balastos magnéticos (2 x 40 W C/U)	120 V C/B	0.84 A C/B	S/R	Marca AAVANCE Difusor opaco. Necesita limpieza. Tiene problemas en el arranque.
Ventilador # 1	Ventilador de techo	120 V	0.63 A	S/R	Necesita limpieza. Un aspa esta doblada.
Ventilador # 2	Ventilador de techo	120 V	0.63 A	S/R	Necesita limpieza.
Ventilador # 3	Ventilador de techo	120 V	0.63 A	S/R	Necesita limpieza.

C/B: Cada balastro

S/R: sin registro

BM: balastro magnético

BE: balastro electrónico

Medición de la intensidad luminosa del aula cuatro.

Tabla 10. Sin difusor

Posiciones	Lux	Posiciones	Lux	Posiciones	Lux	posiciones	Lux
1	330	3	361	5	256	7	284
2	298	4	267	6	296		

Tabla 11. Con difusor

Posiciones	Lux	Posiciones	Lux	Posiciones	Lux	posiciones	Lux
1	212	3	245	5	169	7	182
2	191	4	203	6	179		

Promedio sin difusor

$$LUX_{promedio} = \frac{330 + 298 + 361 + 267 + 256 + 296 + 284}{7}$$

$$LUX_{promedio} = 298.86 \text{ lux}$$

Promedio con difusor

$$LUX_{promedio} = \frac{212 + 191 + 245 + 203 + 169 + 179 + 182}{7}$$

$$LUX_{promedio} = 197.29 \text{ lux}$$

Tabla 12 AULA 5

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	KW	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.94 A		S/ R	Marca AAVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco
Lámpara #2	* Lámparas de cuatro tubos de 32 W * 2 balastro electrónico (2 x 32 W C/U)	120 V C/B	0.49 A C/B		S/ R	Marca AAVANCE. Difusor opaco. Necesita limpieza. 1 tubo fluorescente esta quemado.
Lámpara # 3	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 2 balastos electrónico (2 x 32 W C/U)	120 V C/B	0.49 A C/B		S/ R	Marca AAVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco
Lámpara # 4	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 2 balastos electrónicos (2 x 32 W C/U)	120 V C/B	0.49 A C/B		S/ R	Marca AAVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	KW	FP	OBSERVACIONES
Lámpara # 5	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 2 balastos electrónico (2 x 32 W C/U)	120 V C/B	0.49 A C/B		S/ R	Marca AAVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco
Lámpara # 6	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 2 balastos electrónicos (2 x 32 W C/U)	120 V C/B	0.49 A C/B		S/ R	AAVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco.
Ventilador # 1	Ventilador de techo	120 V	0.63 A		S/ R	Necesita limpieza
Ventilador # 2	Ventilador de techo	120 V	0.63 A		S/ R	Necesita limpieza
Ventilador # 3	Ventilador de techo	120 V	0.63 A		S/ R	Necesita limpieza

C/B: Cada balastro

S/R: sin registro

Tabla 13 distribución de lux de aula

Posiciones	Lux	Posiciones	Lux	Posiciones	Lux
1	285	4	348	7	284
2	301	5	307	8	263
3	275	6	235	9	262

Intensidad luminosa promedio del aula 1

$$LUX_{promedio} = \frac{285 + 301 + 275 + 348 + 307 + 235 + 284 + 263 + 262}{9}$$

$$LUX_{promedio} = 284.44 \text{ lux}$$

Tabla 14. AULA 6

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 40 W * 2 balastos magnéticos (2 x 40 W C/U)	120 V C/B	0.84 A C/B	S/R	Marca AAVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco. No enciende.
Lámpara #2	* Lámpara de cuatro tubos de 40 W * 2 balastro magnéticos (2 x 40 W C/U)	120 V C/B	0.84 A C/B	S/R	Marca AAVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco. 2 tubos fluorescentes no encienden
Lámpara # 3	* Lámpara de cuatro tubos de 40 W * 2 balastro magnéticos (2 x 40 W C/U)	120 V C/B	0.84 A C/B	S/R	Marca AAVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco. 2 tubo fluorescente no encienden.
Lámpara # 4	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.97 A	S/R	Marca Philips AVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco. 1 tubo fluorescente no enciende.
Lámpara # 5	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.96 A	95 %	Marca SYLVANIA. Necesita limpieza. Soportes dañados Difusor opaco.
Lámpara # 6	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.96 A	95 %	Marca SYLVANIA. Necesita limpieza. Difusor opaco. THD: < 20%
Ventilador # 1	Ventilador de techo	120 V	0.63 A	S/R	Necesita limpieza
Ventilador # 2	Ventilador de techo	120 V	0.63 A	S/R	Necesita limpieza

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Ventilador # 3	Ventilador de techo	120 V	0.63 A	S/R	Necesita limpieza. Deficiente.

C/B: Cada balastro

S/R: sin registro

Tabla 15 distribución de lux de aula. Sin difusor

Posiciones	Lux	Posiciones	Lux	Posiciones	Lux
1	210	4	258	7	186
2	281	5	118	8	167
3	224	6	233	9	95

Intensidad luminosa promedio del aula 6

$$LUX_{promedio} = \frac{210 + 281 + 224 + 258 + 118 + 233 + 186 + 167 + 95}{9}$$

$$LUX_{promedio} = 196.89 \text{ lux}$$

Tabla 16 distribución de lux de aula. Con difusor

Posiciones	Lux	Posiciones	Lux	Posiciones	Lux
1	136	4	161	7	114
2	195	5	141	8	127
3	155	6	44	9	52

Intensidad luminosa promedio del aula 6

$$LUX_{promedio} = \frac{136 + 195 + 155 + 161 + 141 + 44 + 114 + 127 + 52}{9}$$

$$LUX_{promedio} = 125 \text{ lux}$$

Tabla 17 PASILLO DEL AULA 1 – 6

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	LUX	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32 W * balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.94 A	S/R	160	Marca Philips AVANCE. Necesita limpieza. 3 tubos no encienden.
Lámpara #2	* Lámparas de cuatro tubos de 32 W * balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.94 A	S/R	325	Marca Philips AVANCE. Necesita limpieza. 1 tubo no enciende.
Lámpara #3	* Lámparas de cuatro tubos de 32 W * balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.94 A	S/R	516	Marca Philips AVANCE. Necesita limpieza. 2 tubos no encienden.
Lámpara #4	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.94 A	S/R	294	Marca Philips AVANCE. Necesita limpieza. 1 tubo fluorescente no enciende. 1 tubo con tono de luz diferente
Lámpara #5	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 2 balastro electrónico (2 x 32 W C/U)	120 V C/B	0.49 A C/B	S/R	666	Marca AAVANCE Necesita limpieza. 1 tubo fluorescente no enciende.
Lámpara #6	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.96 A	90 %	317	Marca Triad universal lighting technologies. Necesita limpieza. 1 tubo fluorescente no enciende

Tabla 18. PASILLO LABORATORIO DE COMPUTOS A - B

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	LUX	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas dos tubos de 40 W * balastro magnético 2 x 40 W	120 V	0.84 A	S/R	0	Marca AAVANCE Necesita limpieza. Difusor opaco. No enciende
Lámpara #2	* Lámparas de dos tubos de 32 W * balastro electrónico 2 x 32 W	120 V	0.49 ^a	S/R	142	Marca AAVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco.
Lámpara # 3	* Lámparas de cuatro tubos de 40 W * balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.49 A	S/R	134	Marca AAVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco.
Lámpara # 4	* Lámpara de dos tubos de 32 W * balastro electrónico 2 x 32 W	120 V	0.49 A	S/R	128	Marca AAVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco. Soportes dañado.
Lámpara # 5	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 2 balastros electrónicos (2 x 32 W C/U)	120 V	0.52 A	90%	180	Marca DURABELL. Necesita limpieza. Difusor opaco.

Tabla 19 PASILLO ADMINISTRACION

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	LUX	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas dos tubos de 32 W * balastro electrónico 2 x 32 W	120 V	0.49 A	S/R	143	Marca AAVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco.

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	LUX	OBSERVACIONES
Lámpara #2	* Lámparas de dos tubos de 32 W * balastro electrónico 2 x 32 W	120 V	0.49 A	S/R	169	Marca AAVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco.
Lámpara # 3	* Lámparas de dos tubos de 32 W * balastro electrónico 2 x 32 W	120 V	0.49 A	S/R	181	Marca AAVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco.
Lámpara # 4	* Lámpara de dos tubos de 32 W * balastro electrónico 2 x 32 W	120 V	0.52 A	S/R	156	Marca SYLVANIA. Necesita limpieza. Difusor opaco. THD: < 10 %
Lámpara # 5	* Lámpara de dos tubos de 40 W * balastro magnético 2 x 40 W	120 V	0.84 A	S/R	0	Marca AAVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco. No enciende.
Lámpara # 6	* Lámpara de dos tubos de 32 W * balastro electrónico 2 x 32 W	120 V	0.49 A	S/R	166	Marca AAVANCE. Necesita limpieza. Difusor opaco.

Tabla 20. SALA DE DOCENTES

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de dos tubos de 40 W * 2 balastros magnéticos (2x 40 W C/U)	120 V C/B	0.84 A C/B	S/R	Marca AAVANCE. Difusor opaco. No sirven los balastros
Lámpara #2	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.96 A	0.95	Marca SYLVANIA. Difusor opaco. THD: < 20 %

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara # 3	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 2 balastos electrónicos 2 x 32 W	120 V C/B	0.50 A C/B	0.95	Marca TRIAD, Universal Lighting Technologies.
Lámpara # 4	* Lámpara de cuatro tubos de 40 W * 2 balastro magnéticos (2 x 40 W C/U)	120 V C/B	0.84 A C/B	S/R	Marca AAVANCE. Difusor opaco. Problemas con el arranque.
Lámpara # 5	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.96 A	95 %	Marca SILVANIA. THD: < 20 %.
Lámpara # 6	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.96 A	95 %	Marca Philips AVANCE. Difusor opaco.
Lámpara # 7	* Lámpara de dos tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 2 x 32 W	120 V	0.52 A	S/R	Marca DURABELL. Difusor opaco.
Lámpara # 8	* Lámpara de dos tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 2 x 32 W	120 V	0.49 A	S/R	Marca AAVANCE. Difusor opaco.

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara # 9	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 2 balastos electrónicos (2 x 32 W C/U)	120 V C/B	0.49 A C/B	S/R	Marca AAVANCE.
Lámpara # 10	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 1 balastos electrónicos 4 x 32 W	120 V	0.94 A	S/R	Marca PHILIPS-AVANCE.
Lámpara # 11	* Lámpara de cuatro tubos de 40 W * 2 balastro magnéticos (2 x 40 W C/U)	120 V C/B	0.84 A C/B	S/R	Marca AAVANCE. Difusor opaco. 1 balastro quemado.

Tabla 21. Distribución de lux en el aula

Posiciones	LUX	Posiciones	LUX	Posiciones	LUX
1	243	4	158	7	420
2	403	5	470	8	85
3	465	6	368	9	452

Intensidad luminosa promedio de la sala de docente

$$LUX_{promedio} = \frac{243 + 403 + 465 + 158 + 470 + 368 + 420 + 85 + 452}{9}$$

$$LUX_{promedio} = 340.44 \text{ lux}$$

Tabla 22. TALLER 1 DE ELÉCTRICA

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas cuatro tubos de 32 W * balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.49 A	0.95	SYLVANIA. THD: < 20 %. Necesita limpieza.
Lámpara #2	* Lámparas de cuatro tubos de 40 W * 2 balastro electrónico (2 x 32 W – 2 x 40 C/U)	120 V C/B	0.52 A C/B	S/R	DURABELL. Este balastro tiene la capacidad para instalársele tubos de 40 w y 32 w. Necesita limpieza.
Lámpara # 3	* Lámparas de cuatro tubos de 32 W * 2 balastro electrónico (2 x 32 W C/U)	120 V C/B	0.49 A C/B	S/R	Marca AAVANCE. Necesita limpieza.
Lámpara # 4	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.96 A	90 %	Marca TRIAD, UniversalLighting Technologies. Necesita limpieza.
Lámpara # 5	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 2 balastro electrónico (2 x 32 W C/U)	120 V C/B	0.52 A C/B	S/R	DURABELL. Falta un tubo. Necesita limpieza.
Lámpara # 6	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * 2 balastro electrónico (2 x/32 W C/U)	120 V C/B	0.52 A C/B	S/R	DURABELL. Necesita limpieza.

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara # 7	* Lámpara de cuatro tubos de 32 W * balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.94 A	S/R	Marca AAVANCE. Un tubo no sirve. Tiene tubos con tono de luz calida.

Tabla 23. Distribución de lux en el taller 1 de eléctrica.

Posiciones	lux	Posiciones	lux	Posiciones	lux
1	240	5	422	9	260
2	319	6	440	10	505
3	321	7	305	11	353
4	322	8	348	12	260

Intensidad luminosa promedio del taller 1 de eléctrica.

$$LUX_{promedio} = \frac{240 + 319 + 321 + 322 + 422 + 440 + 305 + 348 + 260 + 505 + 353 + 260}{12}$$

$$LUX_{promedio} = 341.25 \text{ lux}$$

Tabla 24. CISCO

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 40W * 2 balastos magnéticos 2x 40W	120 V	0.84 A C/B		Tardan en encender. Necesita limpieza. Distinto difusor.
Lámpara #2	* Lámpara de cuatro tubos de 40W * 2 balastos magnético 2 x 40W	120 V	0.84 A C/B		Tardan en encender. Necesita limpieza. Distinto difusor.

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara # 3	* Lámpara de cuatro tubos de 40W * 2 balastos magnético 2 x 40W	120 V	0.84 A C/B		Tardan en encender. Necesita limpieza. Distinto difusor.

C/B: Cada balastro

Tabla 25 Baño Mujeres

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de dos tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 2 x 32 W	120 V	0.94 A		

Tabla 26. Distribución de lux en aula

Posiciones	Lux	Posiciones	Lux	Posiciones	Lux
1	96	4	26	7	112
2	108	5	205		
3	53	6	22		

Intensidad luminosa promedio del baño hombres

$$LUX_{promedio} = \frac{96 + 108 + 53 + 26 + 205 + 22 + 112}{7}$$

$$LUX_{promedio} = 88.14 \text{ lux}$$

Tabla 27. Baño Hombres

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	KW	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de dos tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 2 x 32 W	120 V	0.94 A		S/ R	

Tabla 28. Distribución de lux en baños.

Posiciones	Lux	Posiciones	Lux	Posiciones	Lux
1	79	4	133	7	212
2	290	5	37	8	101
3	96	6	160	9	45

Intensidad luminosa promedio del baño hombres

$$LUX_{promedio} = \frac{79 + 290 + 96 + 133 + 37 + 160 + 212 + 101 + 45}{9}$$

$$LUX_{promedio} = 128.11 \text{ lux}$$

Tabla 29. BIENESTAR ACADÉMICO

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		
Lámpara #2	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		

Tabla 30. Medición intensidad luminosa en bienestar académico

Posición	Lux	Posición	Lux
1	292	5	366
2	291	6	333
3	602	7	490
4	349	8	574

Intensidad luminosa promedio

$$LUX_{promedio} = \frac{292 + 291 + 602 + 349 + 366 + 333 + 490 + 574}{8}$$

$$LUX_{promedio} = 412.12 \text{ lux}$$

Tabla 31. BIBLIOTECA (ZONA DE LIBROS)

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		Difusor opaco.
Lámpara #2	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		Difusor opaco.
Lámpara #3	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		Difusor opaco.
Lámpara #4	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		Difusor opaco.

Tabla 32. Medición intensidad luminosa en biblioteca.

Posición	Lux	Posición	Lux	Posición	Lux
1	231	8	128	15	93
2	266	9	25	16	196
3	356	10	104	17	314
4	258	11	145	18	173
5	144	12	159	19	12
6	160	13	201		
7	12	14	98		

Intensidad luminosa promedio

$LUX_{promedio}$

$$= \frac{231 + 266 + 356 + 258 + 144 + 160 + 12 + 128 + 25 + 104 + 145 + 159 + 201 + 98}{19}$$

$$LUX_{promedio} = \frac{93 + 196 + 314 + 173 + 12}{19}$$

$$LUX_{promedio} = 161.82 \text{ lux}$$

Tabla 33. BODEGA REGISTRO ACADEMICO

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		.

Tabla 34. Medición intensidad luminosa en registro académico.

Posición	Lux	Posición	Lux
1	50	4	57
2	82	5	117
3	62		

Intensidad luminosa promedio

$$LUX_{promedio} = \frac{50 + 82 + 62 + 57 + 117}{5}$$

$$LUX_{promedio} = 73.6 \text{ lux}$$

Tabla 35. BODEGA ADMINISTRACION

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 40 W * 1 balastro magnético 4 x 40 W	120 V	0.84 A	S/R	Sin difusor
Lámpara #2	* Lámparas de cuatro tubos de 40 W * 1 balastro electrónico 4 x 40 W	120 V	0.94 A	S/R	Difusor dañado. Necesita limpieza.

S/R: sin registro

Tabla 36. COMPUTO C

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente.	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		Difusor claro
Lámpara #2	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		Difusor claro
Lámpara #3	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		1 tubo tiene tono diferente

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente.	FP	OBSERVACIONES
Lámpara # 4	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		
Lámpara # 5	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		
Lámpara # 6	* Lámpara de cuatro tubos de 40W * 1 balastro magnético 4 x 40W	120 V	0.84 A		

Tabla 37. Medición intensidad luminosa en cómputo C.

Posición	Lux	Posición	Lux	Posición	Lux
1	300	8	336	15	337
2	384	9	253	16	438
3	316	10	447	17	474
4	456	11	433	18	339
5	330	12	242	19	357
6	320	13	383	20	433
7	298	14	412	21	344

Intensidad luminosa promedio

$LUX_{promedio}$

$$= \frac{300 + 384 + 316 + 456 + 330 + 320 + 298 + 336 + 253 + 447 + 433 + 242 + 383 + 412}{21}$$

$$\frac{337 + 438 + 474 + 339 + 357 + 433 + 344}{21}$$

$$LUX_{promedio} = 363.42 \text{ lux}$$

Tabla 38. DIRECCIÓN

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		
Lámpara #2	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		
Luminaria #3	* 1 foco ahorrativo de 18w	120 V	0.15 A		

Tabla 39. Medición intensidad luminosa en dirección.

Posición	Lux	Posición	Lux
1	206	5	54
2	401	6	227
3	142	7	130
4	69		

Intensidad luminosa promedio

$$LUX_{promedio} = \frac{206 + 401 + 142 + 69 + 54 + 227 + 130}{7}$$

$$LUX_{promedio} = 175.57 \text{ lux}$$

Tabla 40. COORDINACION DEPARTAMENTO DE EDUCACION CONTINUA

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Luminaria #1	* Foco ahorrativo 15W	120 V			
Luminaria #2	* Foco ahorrativo 15W	120 V			
Luminaria #3	* Foco ahorrativo 15W	120 V			

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		

Tabla 41. Medición intensidad luminosa (focos)

Posición	Lux	Posición	Lux
1	154	4	370
2	310	5	165
3	344	6	406

Intensidad luminosa promedio

$$LUX_{promedio} = \frac{154 + 310 + 344 + 370 + 165 + 406}{6}$$

$$LUX_{promedio} = 291.5 \text{ lux}$$

Tabla 42. Medición intensidad luminosa (Lámpara)

Posición	Lux	Posición	Lux
1	124	4	324
2	283	5	143
3	268	6	366

Intensidad luminosa promedio

$$LUX_{promedio} = \frac{124 + 283 + 268 + 324 + 143 + 366}{6}$$

$$LUX_{promedio} = 251.33 \text{ lux}$$

Tabla 43. OFICINA DE COORDINACION DE CIVIL

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		Difusor opaco.

Tabla 44. Medición intensidad luminosa

Posición	Lux	Posición	Lux
1	365	4	366
2	280	5	335
3	403	6	263

Intensidad luminosa promedio

$$LUX_{promedio} = \frac{365 + 280 + 403 + 366 + 335 + 263}{6}$$

$$LUX_{promedio} = 335.33 \text{ lux}$$

Tabla 45. RECEPCION

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		Diferente intensidad. Diferente difusor.
Lámpara #2	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		Diferente intensidad. Diferente difusor.
Lámpara #3	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		Difusor opaco.

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #4	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		
Lámpara #5	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		Difusor opaco.
Lámpara #6	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		Difusor opaco.

Tabla 46. REGISTRO ACADEMICO

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4x 32W	120 V	0.94 A		3 tubos no encienden

Tabla 47. Medición intensidad luminosa

Posición	Lux	Posición	Lux
1	57	5	46
2	95	6	86
3	56	7	36
4	72		

Intensidad luminosa promedio

$$LUX_{promedio} = \frac{57 + 95 + 56 + 72 + 46 + 86 + 36}{7}$$

$$LUX_{promedio} = 64 \text{ lux}$$

Tabla 48. VIDEO CONFERENCIA

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 40W * 2 balastro magnético 2x 40W	120 V	0.84 A C/B		Faltan 2 tubos.
Lámpara #2	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4 x 32W	120 V	0.94 A		
Lámpara # 3	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4 x 32W	120 V	0.94 A		
Lámpara # 4	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4 x 32W	120 V	0.94 A		
Lámpara # 5	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 2 balastos electrónico 2 x 32W	120 V	0.94 A C/B		1 tubo no enciende.
Lámpara # 6	* Lámpara de cuatro tubos de 40W * 2 balastos magnético 2 x 40W	120 V	0.84 A C/B		2 tubos no encienden
Lámpara # 7	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4 x 32W	120 V	0.94 A		

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara # 8	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4 x 32W	120 V	0.94 A		
Lámpara # 9	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 2 balastos electrónicos 2 x 32W	120 V	0.94 A C/B		2 tubos no encienden.
Lámpara # 10	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4 x 32W	120 V	0.94 A		
Lámpara # 11	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4 x 32W	120 V	0.94 A		
Lámpara # 12	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4 x 32W	120 V	0.94 A		
Lámpara # 13	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4 x 32W	120 V	0.94 A		
Lámpara # 14	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4 x 32W	120 V	0.94 A		Sin difusor.
Lámpara # 15	* Lámpara de cuatro tubos de 40W * 2 balastos magnético 2 x 40W	120 V	0.84 A C/B		2 tubos no encienden

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara # 16	* Lámpara de cuatro tubos de 40W * 2 balastos magnético 2 x 40W	120 V	0.84 A C/B		2 tubos no encienden
Lámpara # 17	* Lámpara de cuatro tubos de 40W * 2 balastos magnético 2 x 40W	120 V	0.84 A C/B		2 tubos no encienden

C/B: Cada balastro

TABLA 49. SALA DE REUNIONES

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32W *	120 V	0.94 A		Difusor claro.
Lámpara #2	* Lámparas de cuatro tubos de 32W *	120 V	0.94 A		Difusor claro.
Lámpara # 3	* Lámparas de cuatro tubos de 32W *	120 V	0.94 A		Difusor claro.
Lámpara # 4	* Lámparas de cuatro tubos de 32W *	120 V	0.94 A		Difusor claro.

Tabla 50. Medición intensidad luminosa

Posición	Lux	Posición	Lux	Posición	Lux
1	336	8	522	15	232
2	262	9	466	16	216
3	587	10	493	17	203
4	737	11	344	18	179
5	481	12	422	19	294
6	388	13	640		
7	542	14	548		

Intensidad luminosa promedio

$LUX_{promedio}$

$$= \frac{336 + 262 + 587 + 737 + 481 + 388 + 542 + 522 + 466 + 493 + 344 + 422 + 640 + 548}{19}$$

$$LUX_{promedio} = \frac{232 + 216 + 203 + 179 + 294}{19}$$

$$LUX_{promedio} = 415.36 \text{ lux}$$

Tabla 51. OFICINA ADMINISTRATIVA

CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara #1	* Lámparas de cuatro tubos de 32 W * 1 balastro electrónico 4 x 32 W	120 V	0.94 A	S/R	
Lámpara #2					No funciona
Lámpara # 3	* Lámpara de cuatro tubos de 32W	120 V	0.94 A	S/R	

	* 1 balastro electrónico 4 x 32W				
CARGA	CARACTERÍSTICAS	Volt.	Corriente	FP	OBSERVACIONES
Lámpara # 4	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 1 balastro magnéticos 4 x 32 W	120 V	0.94 A	S/R	
Lámpara # 5	* Lámpara de cuatro tubos; dos de 2x40W y dos de 2x32W * 1 balastro magnéticos 2 x 40 W *1 balastro electrónico 2 x 32 W	120 V C/B	0.94 A C/B electrónico	S/R	Balastro magnético no funciona. Balastro electrónico marca Phillips Advance
Lámpara # 6	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4 x 32W	120 V	0.94 A	S/R	
Lámpara # 7	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4 x 32W	120 V	0.94 A	S/R	1 tubo no enciende
Lámpara # 8	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4 x 32W	120 V	0.94 A	S/R	
Lámpara # 9	* Lámpara de cuatro tubos de 32W * 1 balastro electrónico 4 x 32W	120 V	0.94 A	S/R	Tubos con tonos diferentes

C/B: Cada balastro

S/R: sin registro

Tabla 52. Resumen de los datos obtenidos en campo.

local	N° de lámparas	Lámpara magnética	Lámpara electrónica	lámparas mixtas	valor lumínico promedio	potencia demandada por local	corriente demandada por local	voltaje de las lámparas (voltios)	Lámparas electrónicas (demanda)	Lámpara magnética (demanda)
administración	9	1	7	1		1008	8.4	120	806.4	202
aula 1	6	0	6	0	248.38	691.2	5.76	120	691.2	0
aula 2	6	5	1	0	111.55	1123	9.36	120	115.2	1008
aula 3	6	3	3	0	150.55	950.4	7.92	120	345.6	605
aula 4	6	1	4	1	197.29	662.4	5.52	120	460.8	202
aula 5	6	0	6	0	284.44	691.2	5.76	120	691.2	0
aula 6	6	3	3	0	196.89	950.4	7.92	120	345.6	605
aula cisco	3	3	0	0		604.8	5.04	120	0	605
baños de hombres	1	0	1	0	128.11	115.2	0.96	120	115.2	0
baños de mujeres	1	0	1	0	88.14	115.2	0.96	120	115.2	0
biblioteca	4	0	4	0	161.82	460.8	3.84	120	460.8	0
bienestar académico	2	0	2	0	412.12	230.4	1.92	120	230.4	0
bodega de registro académico	1	0	1	0	73.6	115.2	0.96	120	115.2	0

bodega de administración	2	1	1	0		316.8	2.64	120	115.2	202
computo C	6	1	5	0	363.4 2	777.6	6.48	120	576	202
dirección	2	0	1	0	175.5 7	115.2	0.96	120	115.2	0
educación continua	1	0	1	0	251.3 3	115.2	0.96	120	115.2	0
oficina coordinador de civil	1	0	1	0	335.3 3	115.2	0.96	120	115.2	0
pasillo de administración	6	1	5	0		777.6	6.48	120	576	202
pasillo de aulas 1-6	6	0	6	0		691.2	5.76	120	691.2	0
pasillo de cómputos A-B	5	1	4	0		662.4	5.52	120	460.8	202
pasillo taller 1 de eléctrica	2	0	2	0		230.4	1.92	120	230.4	0
recepción	6	0	6	0		691.2	5.76	120	691.2	0
registro académico	1	0	1	0	64	115.2	0.96	120	115.2	0
sala de conferencias	18	5	13	0		2506	20.9	120	1498	1008
sala de docentes	11	3	8	0	340.4 4	1526	12.7	120	921.6	605
sala de reuniones	4	0	4	0	415.3 6	460.8	3.84	120	460.8	0
taller 1 de eléctrica	7	0	6	1	341.2 5	691.2	5.76	120	691.2	0

7.2 Análisis del consumo energético en la regional.

Con la investigación se tomaron los datos por cada carga existente en la regional ITCA-FEPADE San Miguel.

A continuación se muestra una tabla con los datos obtenidos por cada localidad en la institución.

Tabla 53. Datos de cargas con consumo en Watts

Locales	Luminarias	Ventiladores	Aires acondicionados	Computadoras	Refrigerador	Microonda	Bomba de agua	Fotocopiadora	Oasis	Almacenadores
aula 1	960	180								
aula2	960	180								
aula 3	960	180								
aula 4	960	180								
aula 5	960	180								
aula 6	960	180								
aula 7	1440	180	1800	1620						
aula 8	510		1800	360						
aula 9	1920	180								
taller de eléctrica 1	1120	300								
taller de eléctrica 2	640	60								
taller de mantenimiento de computadoras	1440	180								
laboratorio civil	480	120								
bodega de eléctrica	160									
bodega de civil	160									
Lab. P L C	320	60								
Coordinación departamento civil	160		1800							
pasillo de bodegas eléctrica/civil	100									
computo a	800			3960						
computo b	800			3600						
computo c	800			3960						
Video conferencia	2880			4320						
librería	3200		9000	720	1050	900		6000	612	
luminarias exteriores	1600									
oficinas administrativas	1340		9000							
pasillo de sala de administración	320									
sala de docentes	1600		9000	1440						
cafetería	500									373
baños	1120									
Exterior							1492			
biblioteca	2420		16200	720						
total (W)	31590	2160	48600	20700	1050	900	1492	6000	612	373
PT /DIA (Watt-h)	315900	21600	486000	207000	10500	450	4476	48000	6120	3730
PT/ MES (Watt-h)	9477000	648000	14580000	6210000	315000	13500	134280	1440000	183600	111900

PT/DIA: Es la potencia de consumo por cada tipo de carga al día y se obtiene al multiplicar la suma total por el número de horas aprox. De uso por cada carga.

PT/MES: Es la potencia total de consumo aprox. Mensualmente por cada tipo de carga, y se obtiene al multiplicar PT/DIA por 30 días de uso aprox.

Tabla 54. Total de cargas

Total Consumo (Kw) Dia	PT/dia (Kw-h)	PT/mes (Kw-h)
113.477	1,103.776	33,113.280

PT/día: Es la sumatoria de potencia consumida en todas las cargas durante 1 día.

PT/mes: Es la sumatoria Total de potencia consumida en todas las cargas durante 1 mes, el cual es facturado.

Distribución de cargas

Con la toma de datos se puso constatar que las cargas con mayor consumo energético son 3, que son: Aires acondicionados, luminarias y computadoras. Para esto podemos ver el siguiente gráfico.

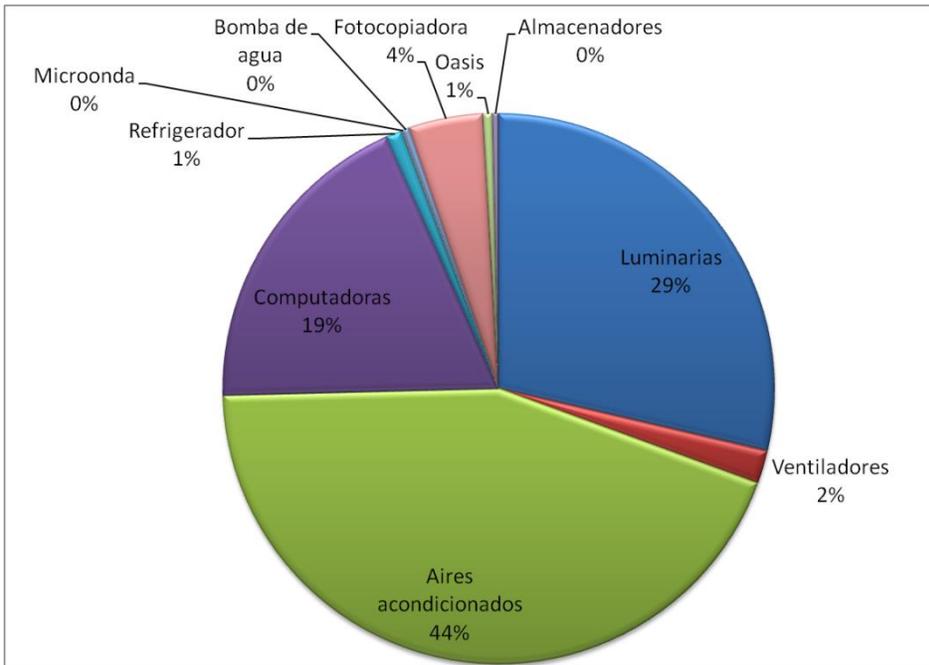


Fig. 45 Cargas de la regional

7.2.1 Iluminación

Con la investigación se realizaron mediciones en iluminación, así como también observaciones.

Las mediciones que se realizaron fueron de nivel de iluminación (Lux) por cada localidad y este presentaba un promedio que entraba en lo normal que como mínimo

debe ser 300 lux y las mediciones dieron como resultado un promedio de 255.27 lux.

Entre las observaciones que se hicieron fue que la mayoría de tubos y balastos son electrónicos aunque aún existen unos magnéticos, lo que representa consumos altos de energía. Estos datos son los siguientes: lámparas magnéticas: 28; lámparas electrónicas: 103; lámparas mixtas (ambos tipos de balastro): 3.

En la fig. 45 podemos observar el gran consumo eléctrico que existe solo en luminarias, este representa el 29% del consumo total al mes aproximadamente.

Este consumo se puede traducir en dinero, y la cantidad que se gasta en iluminación durante 1 mes equivale a \$1,895.4 a una tarifa de \$0.20 el Kw-h

SIMULACION DE ILUMINACION EN AULA 6 CON SOFTWARE



Fig. 46 Simulación de iluminación de aula 6

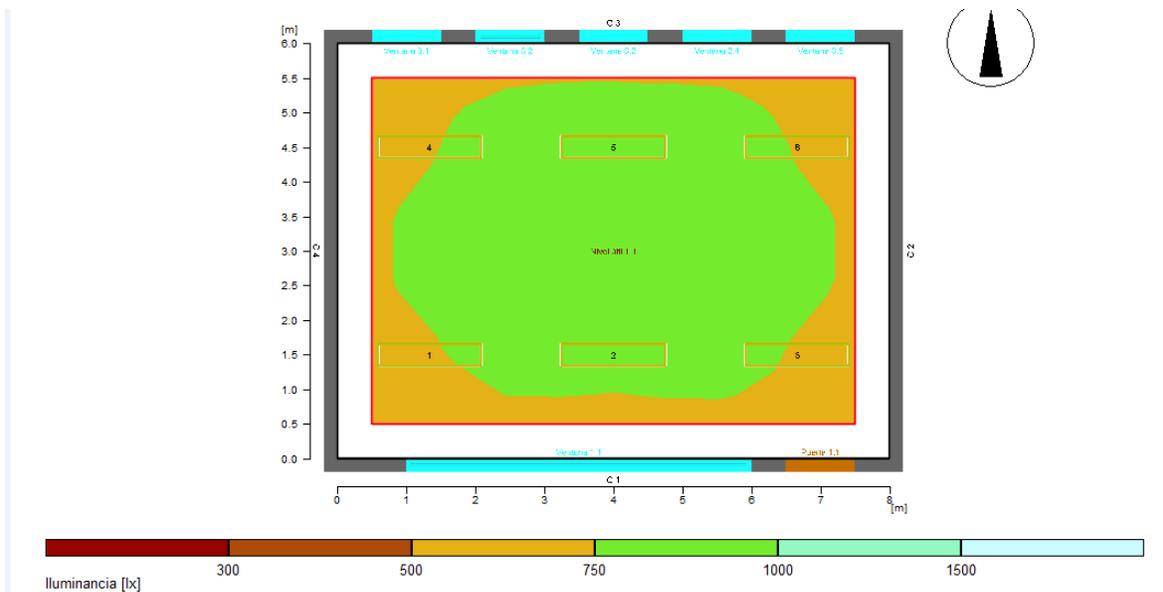


Fig.47 Niveles de iluminación del Aula 6

General

Algoritmia de cálculo utilizada	Porción indirecta media
Altura del nivel de luminarias	3.50 m
Factor de mantenimiento	0.80
Flujo luminoso total de todas las lámparas	76800 lm
Rendimiento global	420.0 W
Rendim. total por superficie (48.00 m ²)	8.75 W/m ² (1.09 W/m ² /100lx)

Área de evaluación 1

Nivel útil 1.1

	horizontal
Em	806 lx
Emin	617 lx
Emin/Em (Uo)	0.76
Emin/Emax (Ud)	0.64
UGR (3.5H 2.6H)	<=17.3
Posición	1.00 m

Superficies principales

	Em	Uo
M 1.5 (Techo)	120 lx	0.80
M 1.1 (Pared)	314 lx	0.44
M 1.2 (Pared)	341 lx	0.45
M 1.3 (Pared)	307 lx	0.43
M 1.4 (Pared)	338 lx	0.45

Tipo Cant. Producto

		Relux Demo	
1	6	Nº de artículo	: !5LM52172RW
		Nombre de la lum.	: Daylight&Energy
		Equipamiento	: 4 x FD-Ø16 32W / 3200 lm

Fig.48 Características de las luminarias usadas.

7.2.2 Aires Acondicionados

Se realizaron estudios de medición en equipo como aires acondicionados.

Se observaron equipos instalados con capacidad inadecuada, así como también, mala ubicación de los condensadores de los aires acondicionados en lugares soleados aumentando la temperatura de estos y por ende mayor trabajo para irradiar el calor incrementando el consumo de energía.

Haciendo referencia a la tabla 1.2 podemos observar que en A/C se tiene un consumo aproximado del 44% del consumo total, que representado en dinero se está hablando de **\$2,916.00** al mes a una tarifa de \$0.20 el KW-h

7.2.3 Computadoras

Se pudo observar que 72 pantallas de computadoras aún son CRT y se sabe que un monitor CRT consume un promedio de 77w lo que representa un alto consumo comparado con los monitores LCD que consumen un promedio de 25w que ya están instalados en algunas áreas de la institución, como en el computo B y toda la área administrativa y de docentes.

Este consumo también se puede observar en la tabla 1.2 y es la tercera carga con mayor consumo eléctrico, que equivale al 19% que en un mes consume la cantidad de \$1,242.00 aprox.

Pero para una mejor comprensión del consumo eléctrico por cada carga en general veamos la siguiente tabla:

Tabla 55. Carga total y costo al mes

Equipos	PT/ MES (Kw-h)	Consumo \$ Al mes	Consumo \$ Al año
Luminarias	9477	1,895.40	20,849.40
Ventiladores	648	129.60	1,425.60
Aires Acondicionados	14580	2,916.00	32,076.00

Equipos	PT/ MES (Kw-h)	Consumo \$ Al mes	Consumo \$ Al año
Computadoras	6210	1,242.00	13,662.00
Refrigeradoras	315	63.00	693.00
Microondas	13.5	2.70	29.70
Bomba de Agua	134.3	26.86	295.46
Fotocopiadoras	1440	288.00	3,168.00
Oasis	183.6	36.72	403.92
Almacenadores	111.9	22.38	246.18
Total	33,113.30	6,622.66	72,849.26

*A una tarifa de \$0.20 el Kw-h

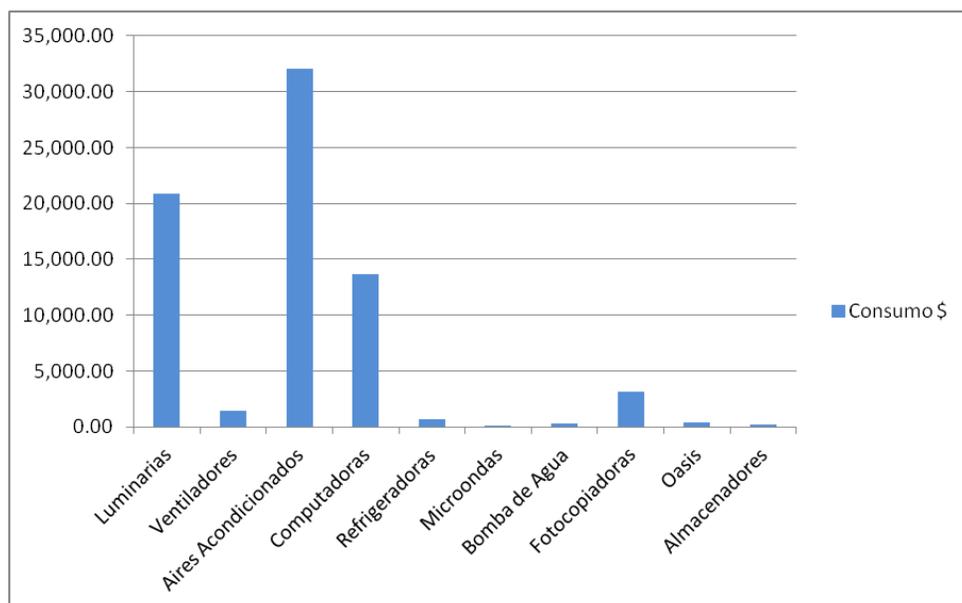


Fig. 49 Costo en facturación de energía anual.

7.3 INSTALACIONES ITCA-FEPADE SAN MIGUEL.

Las instalaciones del ITCA FEPADE Regional San Miguel, es una construcción el cual sus paredes primarias son elaboradas de mampostería de ladrillo de obra en los edificios más antiguos y bloque de concreto en los recientes tomando en cuenta un laboratorio construido a base de DenGlass, los dos tipos anteriores poseen un excelente comportamiento frente al fuego, es son por naturaleza buenos aislantes acústico e inclusive al aislamiento térmico.



Figura. 50 Pabellón de aulas desde 1 a la 6 está construido con ladrillo de obra.



Figura 51. Las aulas 7 y 9, y de mantenimiento fueron construidas recientemente y fueron construidas con bloque de concreto.



Figura 52. El taller de Eléctrica construido a base de DenGlass y cubierto por lámina Zinc Alum.

También su cubierta es de Lamina Zinc Alum en los edificios recientes y de lámina de asbesto cemento conocida comercialmente como “duralita” en los edificios antiguos, los cuales están llegando a su vida útil. Las láminas Zinc Alum poseen excelentes propiedades que las hacen especialmente recomendables para uso en cubiertas de techumbres, revestimientos laterales y hojalatería.



Figura 53. Servicios sanitarios con Lámina de Asbesto Cemento.



Figura 54. Laboratorio de civil con Lámina de Zinc Alum.

Además de su alta defensa ante la corrosión y agentes atmosféricos indicada anteriormente se puede destacar:

- Reducido peso
- Alta resistencia y, por consiguiente:
 - ✓ Aprovechamiento total del material debido a la eliminación de pérdidas por roturas
 - ✓ Mayor economía en el material de la estructura y en el costo de colocación dado que permite mayor distancia entre apoyos
 - ✓ Disminución de los costos de mantención y reposición, gracias a su resistencia a golpes, terremotos, variaciones de temperatura, con lo cual disminuyen los costos de mantención y reposición.
- Resistencia al fuego
- Impermeabilidad total: asegura la protección de los elementos cubiertos.
- Fácil instalación

Pero con la condición que este no es un elemento correcto para utilizar en techados de grandes magnitudes o donde existe cantidad de personas que hacen uso frecuente de las instalaciones ya que no es un aislante térmico y por ende permite el paso de altas temperaturas a las instalaciones.

Las paredes de las instalaciones del ITCA FEPADE Regional San Miguel, están

mayormente pintadas de color ocre y blanco hueso, que es un color oscuro el cual es incómodo y no brinda confiabilidad ya que estos influyen a nuestros estados de ánimos.



Figura 55. Instalaciones pintadas de color ocre y blanco hueso. Inclusive hay un aula con sus paredes pintadas de color celeste con azul.

Muchas aulas no tienen fácil acceso a la ventilación y es por esto que se hace uso de los aires acondicionados, ya que la temperatura en estas aulas es demasiado alta, provocando un alto uso de energía, los tipos de ventanas cielos falsos colaboran en el paso del viento a las instalaciones y disminuir la temperatura, sin embargo, se debe

evaluar un tipo de material con mejores condiciones de aislante térmico en las aulas del ITCA FEPAGE.



Figura 56. Cielo falso en pasillo frente a oficinas administrativas.

7.3.1 ANALISIS DE TEMPERATURA DE LAS AULAS DEL ITCA FEPAGE REGIONAL SAN MIGUEL.

ANALISIS DE TEMPERATURA EN LAS DIFERENTES AULAS DEL ITCA FEPAGE REGIONAL SAN MIGUEL

ESTRUCTURA	TIPO DE TECHO	HORA	GRADOS CELSIUS	GRADOS FAHRENHEIT
Taller de civil	Lamina Zinc Alum	1:55 – 2:00	36° C	88° F
Cafetín	Asbesto Cemento	2:03 – 2:08	35° C	87° F
Pabellón de aula 7-9	Lamina Zinc Alum	2:08 – 2:13	34.5° C	86.5° F
Pabellón de aula 1-6	Asbesto Cemento	2:16 - 2:21	36.5° C	88.5° F

ESTRUCTURA	TIPO DE TECHO	HORA	GRADOS CELSIUS	GRADOS FAHRENHEIT
Taller de Eléctrica	Asbesto Cemento	2:24 – 2:29	34.5° C	86.5° F
Administración (con aire acondicionado)	Asbesto Cemento	2:35- 2:40	30° C	85° F
Laboratorio de Eléctrica (con aire acondicionado)	Lamina Zinc Alum	2:44 – 2.49	27° C	80° F
Video conferencia (con aire acondicionado)	Asbesto Cemento	2:52 – 2:57	30° C	85° F

Figura 57. Temperaturas de aulas

7.4 Propuestas de solución eléctrica

7.4.1 En iluminación:

1. Charlas

Capacitar a todo el personal con charlas de concientización del buen manejo de luminarias incluyendo a docentes y estudiantes y así evitar que se estén utilizando las luminarias en horarios no requeridos.

2. Implementación de tragaluz.

La utilización de un sistema de iluminación natural proporciona un importante ahorro energético en iluminación en locales comerciales y oficinas que necesitan iluminación durante la mayor parte del día. En esos casos, es posible eliminar el coste energético durante varias horas y utilizar la luz artificial sólo durante los periodos en que sea estrictamente necesario.

Ahorro

La utilización de un sistema de iluminación natural proporciona un importante ahorro energético en iluminación en locales comerciales y oficinas que necesitan iluminación

durante la mayor parte del día. En esos casos, es posible eliminar el coste energético durante varias horas y utilizar la luz artificial sólo durante los periodos en que sea estrictamente necesario.

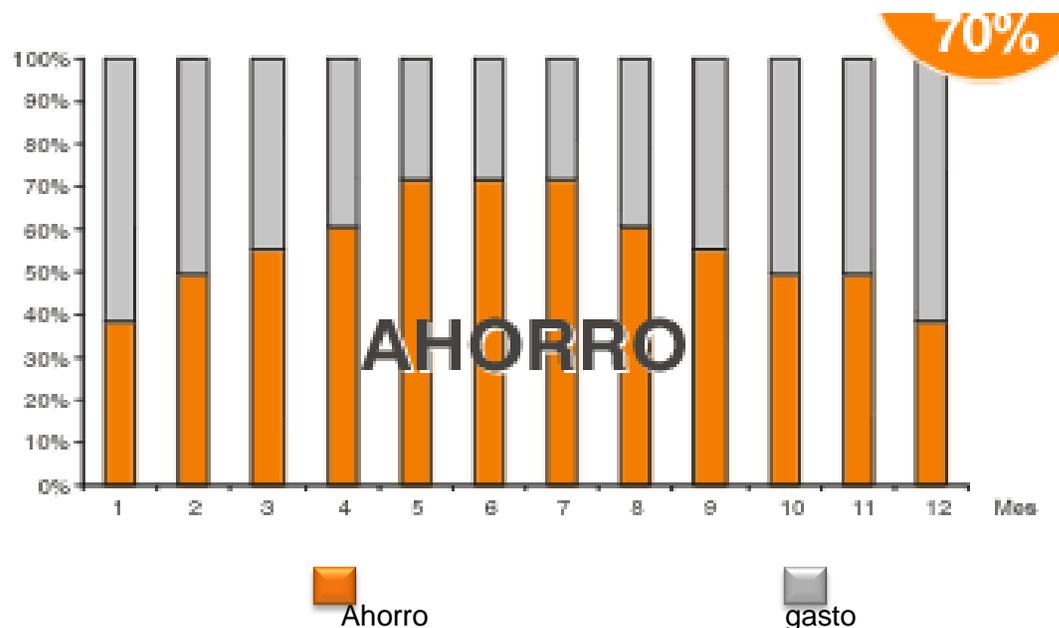


Figura 58. Ahorro en el uso de tragaluz

Diseño del tragaluz

330 DS Closed Ceiling

The SolaMaster 330 DS is designed to maximize light output at any time of day. It effectively captures low-angle rays in the morning and late afternoon, and collects high-angle rays at midday for powerful performance. It is ideal for lighting expansive spaces with dropped ceilings where variances in light levels don't create an issue for occupants.

- Tube size ≈ 21 in. (530 mm)
- Potential tube length ≈ 50 ft. (15 m)

Applications

- Offices / Corridors
- Restaurants
- Retail spaces



Figura 59. Diseño de tragaluz

Diseño de nivel de iluminación en aula usando software SOLATUBE

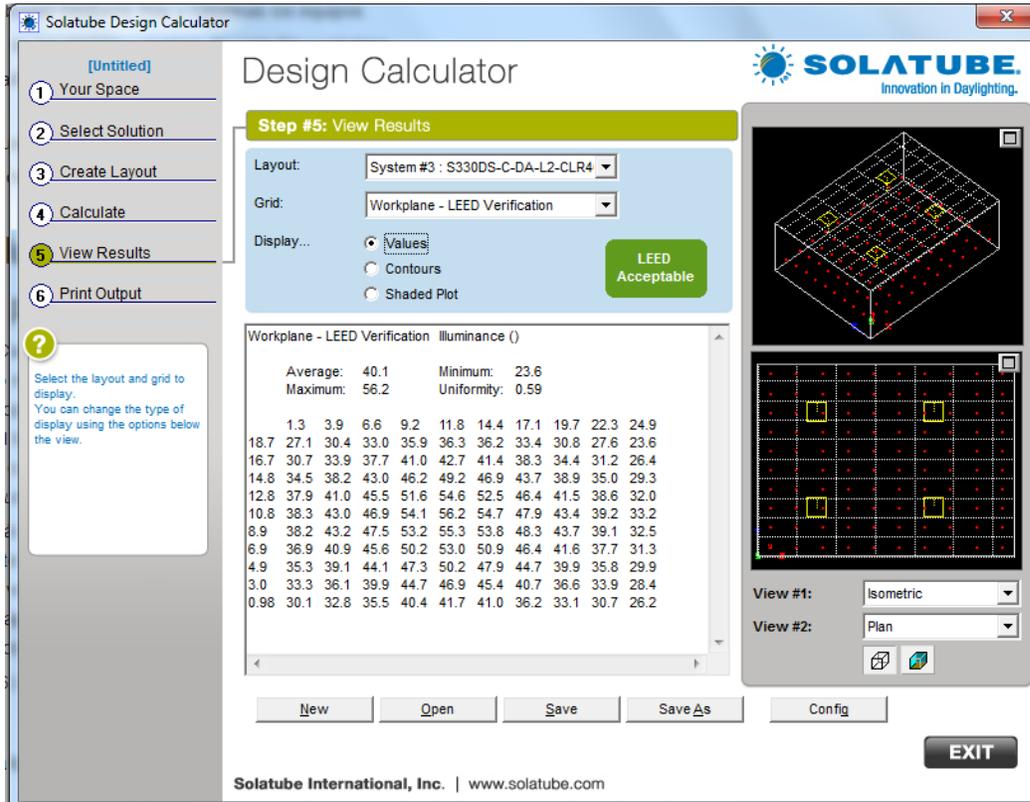


Figura 60. Pantalla de diseño de iluminación con sola tube

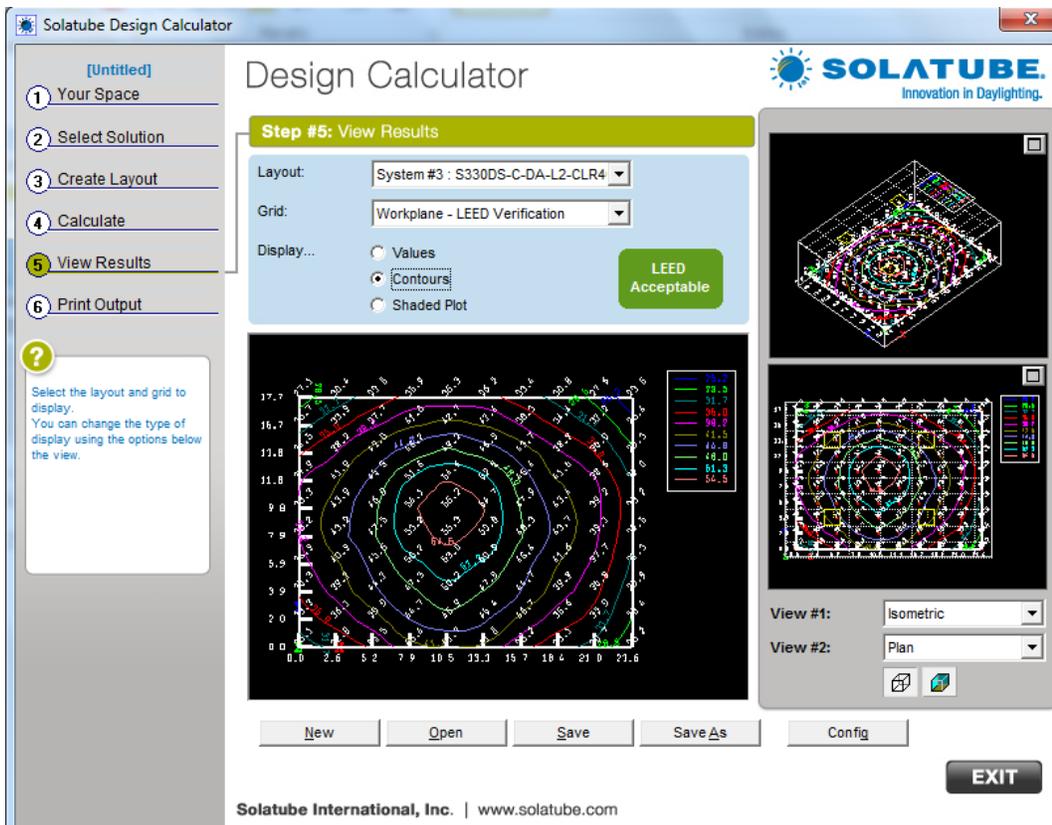


Figura 61. Pantalla de diseño de iluminación con sola tube

Tipo de tragaluz Aula 6

Solatube 330 DS / 750 DS

Precio = \$800

- Un tubo fluorescente consume un promedio de 36W

Consumo en \$ = 4 tubos x 36W = 0.144Kw/h lámpara x 3,000 horas x \$0.20 =
\$86.4 x 125 luminarias = \$10,800.00 ANUALES

Tabla 55. Periodo de recuperación

Inversión inicial	\$66,640.00
Ahorro en un año	\$10,800.00
Periodo de recuperación	6.17 de años
Garantía de equipos	10 Años
Ganancia post-recuperación	\$41,360.00

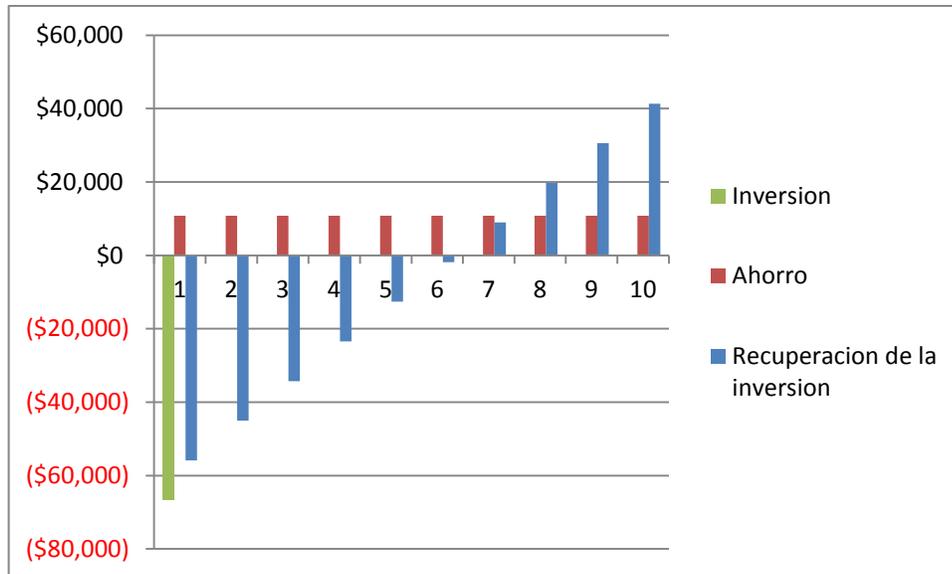


Figura 62. Tiempo de recuperación de tragaluz

3. Cambio de lámparas fluorescentes a lámparas LED en aula 6

La iluminación LED se distingue por consumir entre un 80 y 90% menos de electricidad que una bombilla incandescente tradicional y un 65% menos de electricidad que una bombilla de bajo consumo de tecnología fluorescente, esto conlleva un impresionante ahorro económico y una rápida amortización de la inversión.

Datos de comparación:

Para encontrar el consumo anual se utilizara el siguiente dato:

Horas de uso al año= 10 horas diarias x 300 días/año = 3,000h/año

- Un tubo fluorescente consume un promedio de 36W

Consumo en \$ = 4 tubos x 36W = 0.144Kw/lámpara x 3,000 horas x \$0.20 = \$86.4 x 125 luminarias = \$10,800.00 ANUALES

- Un tubo LED consume un promedio de 18W

Consumo en \$ = 4 tubos x 18W = 0.072Kw/lámpara x 3,000 horas x \$0.20 = \$43.2 x 125 luminarias = \$5,400.00 ANUALES

Es decir: se refleja un importante ahorro del 50% que significan \$6,480.00 Al año

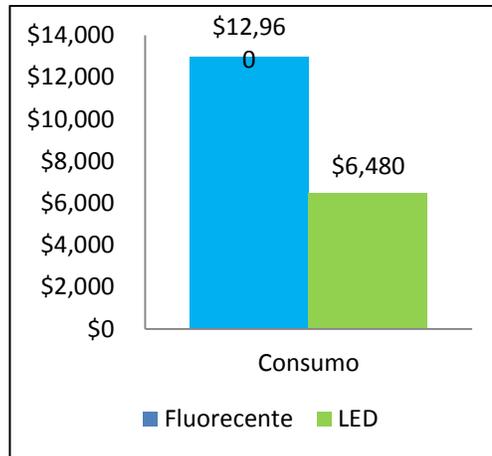


Figura 62. Comparativo costo de consumo de led y fluorescente anual

Análisis de costo

Los tubos LED no tienen filamentos u otras partes mecánicas de fácil rotura y fallo por "fundido". No existe un punto en que cesen de funcionar, su degradación es gradual a lo largo de su vida. Se considera una duración entre 30.000 horas, hasta que su luminosidad decae por debajo del 70%, eso significa entre 10 y 15 años en una aplicación de 10 horas diarias 300 días/año, reduciendo los costes de mantenimiento y replazo.

Tabla 56. Características del tubo

Potencia	18w
Largo	1200mm \pm 10mm
Diámetro	Φ 26
Factor de potencia	0.85-0.90
Luminancia	1800 \pm 50lm

Tabla 57. Inversión

Cantidad de tubos	500
Precio Unitario	\$40.00
Total de Inversión	\$20,000.00

Tabla 58. Periodo de recuperación

Inversión inicial	\$20,000.00
Ahorro en un año	\$6,480.00
Periodo de recuperación	3.7 Años ~ 4 Años
Garantía de equipos	10 Años
Ganancia post-recuperación	\$38,320.00

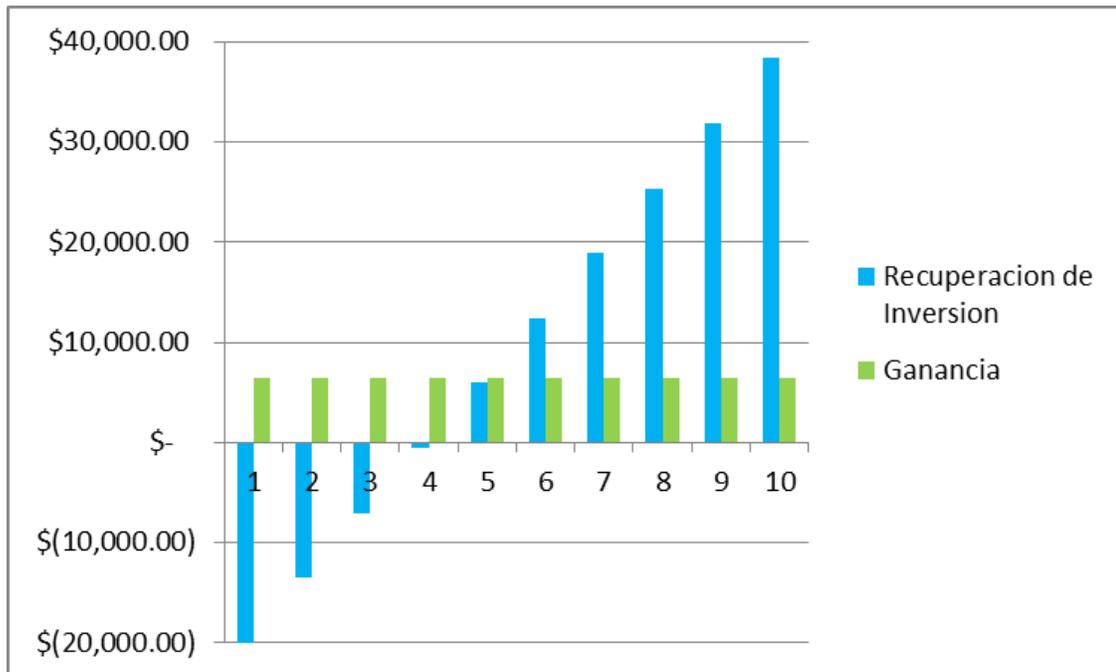


Figura 63. Tiempo de recuperación de tecnología led.

7.4.2 En Aires acondicionados:

1. Reubicación de condensadores.

Como se mencionaba antes, se observó que los condensadores están bajo luz solar directa, esto causa que el condensador trabaje más para realizar su función de llevar el refrigerante del estado gaseoso a líquido. Una vez los condensadores estén en la sombra, el proceso de enfriamiento será más rápido, dando como resultado menos tiempo de encendido del condensador y por ende menos consumo eléctrico.

2. Charlas

Dar charlas de concientización a todo el personal del buen manejo de los A/C poniendo horarios en que estos estén encendidos y normalizando una temperatura entre los 20°C a 25°C que es una temperatura agradable al cuerpo y así evitar que se estén utilizando en horarios no requeridos y temperaturas muy bajas.

7.4.3 En Computadoras

1. Charlas

Dar charlas de concientización a todo el personal para un buen manejo de las computadoras, recomendando a estos dejar las PC's en modo "suspend", "Stand By" o "Hibernar", cuando no se vaya a utilizar el equipo durante un lapso de tiempo, esto puede generar un ahorro de energía de hasta un 15%

2. Cambio de pantallas CRT a LCD

- 72 pantallas de computadoras aún son CRT
- Un equipo LCD consume aprox. el 50% menos que un equipo CRT (Datos tomados de la UE ENERGY STAR).

Comparaciones

Primero obtendremos un promedio de horas de uso al año:

8horas x 6días x 4semanas x 11meses = 2,112 horas/año

Ahora seguimos con el cálculo de consumo en "\$" al año por cada tipo de pantalla:

- Un monitor CRT consume un promedio: 77W

Consumo en \$ = $0.077 \text{ kw} \times 2112 \text{ horas} \times \$ 0.20 = 29.56 \$ \times 72 \text{ monitores} = 2,341.78\$$
ANUALES

- Un monitor LCD Consumen un promedio: 25W

Consumo en \$ = $0.025 \text{ kw} \times 2112 \text{ horas} \times \$ 0.20 = 10.56 \$ \times 72 \text{ monitores} = 760.32\$$
ANUALES

Es decir se refleja un significativo ahorro del 67.53%; que es igual a \$1,581.46

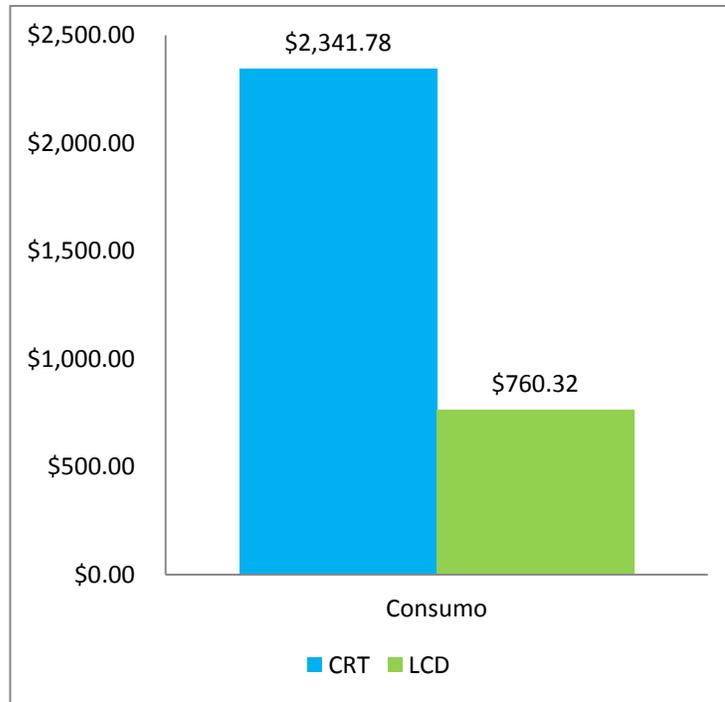


Figura 64. Comparativo de gasto con LCD y CRT

Análisis de costo

La vida útil de una pantalla LCD esta entre las 60,000 horas, que sería equivalente a aprox. 25 años

EL precio de una pantalla LCD de 16" al precio de \$129. Si se sigue esta propuesta con ese precio, la inversión inicial quedaría de la siguiente manera:

Tabla 59. Características de los monitores

Equipo	16" LCD / L16D20 / 720p
Cantidad de equipos	72
Precio Unitario	\$129.00
Total de Inversión	\$9,288.00

Tabla 60. Periodo de recuperación

Inversión inicial	\$9,288.00
Ahorro en un año	\$1,581.46
Periodo de recuperación	5.8 Años ~ 6 Años
Garantía de equipos	25 Años
Ganancia post-recuperación	\$28,667.04

Gráfica

Representación de datos con relación entre años de garantía y comportamiento de la recuperación de inversión.

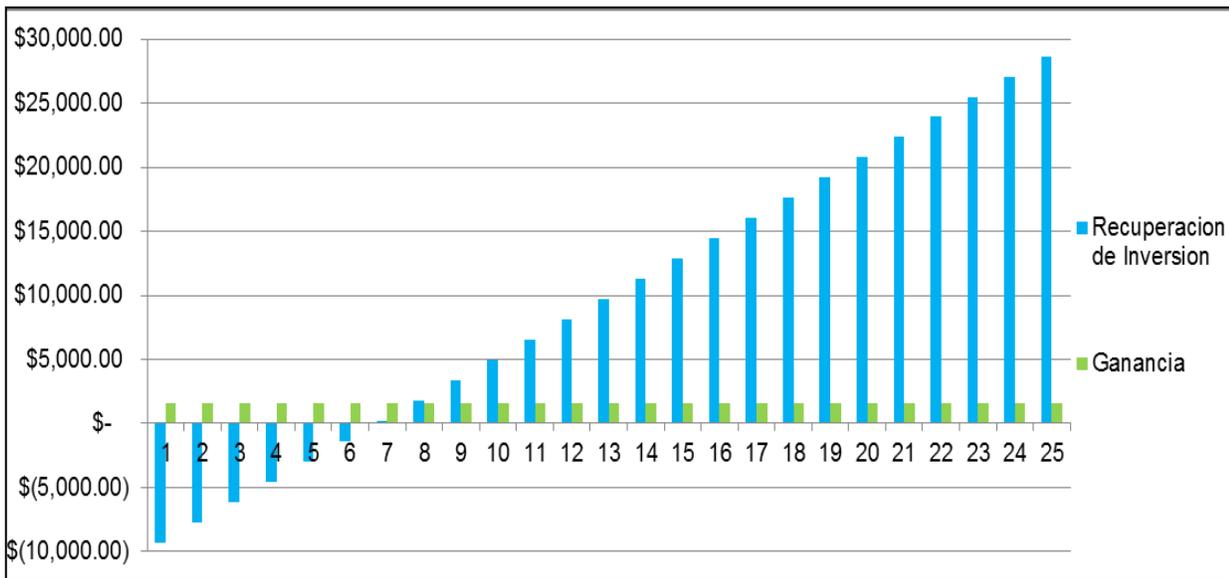


Figura 65. Comportamiento de la recuperación de la inversión

7.4.4 Propuestas de solución Civil

- **Cambio de techos en el edificio "A":**

El edificio "A" está constituido por asbesto cemento se recomienda que sea cambiado por lamina aislantes tipo prodex para un mejor ambiente.



Figura 66. Propuesta de techo
ACTUAL



Figura 67. Estado actual de los techos

- **Muro perimetral en la zona norte:**
Tendrá como objetivo evitar los sonidos provenientes de afuera, La contaminación ambiental provocada por automóviles y la contaminación visual y auditiva.

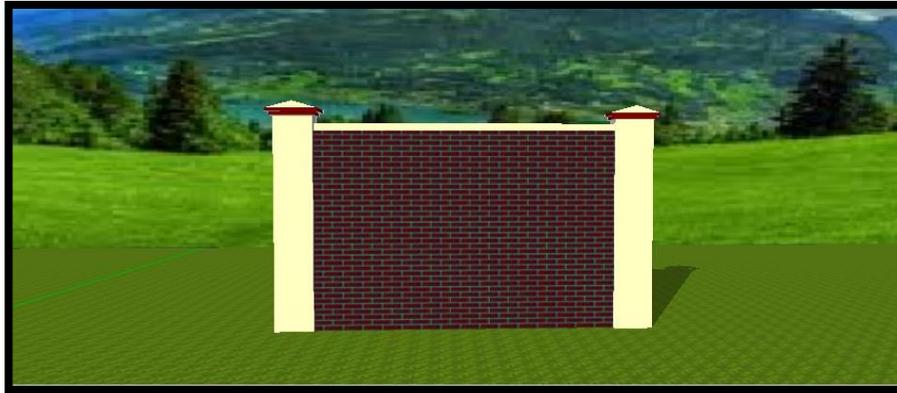


Figura 68. Propuesta de muro
ACTUAL



Figura 69. Estado actual del muro.

- **Muro de vegetación en la zona este del cómputo “C”**

Se evitará el sobrecalentamiento de las paredes del cómputo, provocando un ambiente agradable dentro del aula con una temperatura considerable.



Figura 70. Perímetro proyectado



Figura 71. Estado actual

- **Pared doble en la zona este del cómputo “C” o enchape de loseta de ladrillo de barro**

Si no se considera la anterior se puede optar por realizar esta opción, funcionando

de tal modo que la primer pared reciba todo el calentamiento, manteniendo la segunda a una temperatura normal.

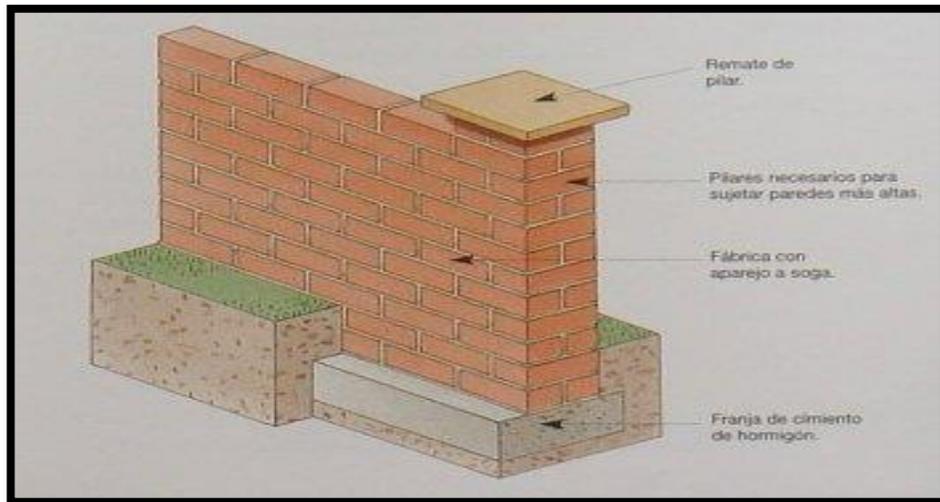


Figura 72. Muro proyectado



Figura 73. Estado Actual

- **Muro de vegetación en la zona este del laboratorio de eléctrica**
Con este muro se evitará el calentamiento del tanque y del laboratorio.



Figura 74. Vegetación proyectada



Figura 75. Estado actual de la vegetación

- **Cambio de cielos falsos**

El cielo falso actual se encuentra muy deteriorado, por lo cual es recomendable

cambiarlo por cielo falso polivinil para una mejor estética en las instalaciones.



Figura 76. Cielos falsos proyectados



Figura 77. Cielos falsos actuales

- **Cambio de servicios sanitarios:**

Para disminuir el gasto de agua y una remodelación para una mejor estética.



Figura 78. Tipos de servicios sanitarios proyectados



Figura 79. Estado actual de los sanitarios

- **Cambio de vegetación al norte del taller de ingeniería eléctrica.**
Reemplazar la zona vegetal actual, por una que mantenga más fresco el ambiente.



Figura 80. Vegetación proyectada



Figura 81. Estado actual

NORMATIVA PARA LA INFRAESTRUCTURA DE AULAS

AULAS.

Cada una de las aulas cumplirá:

- Area por alumno: 1.25 M²
- Capacidad máxima recomendable: 40 alumnos.
- Tendrá las mejores condiciones de iluminación y ventilación natural.
- La altura de repisa en ventanas será aproximadamente de 1.40 metros.
- Se considerarán las mejores condiciones acústicas, a fin de evitar interferencias de sonidos entre aulas, y especialmente se aislarán del ruido exterior.
- Su diseño facilitará la mejor visibilidad de parte de los alumnos hacia el pizarrón; la primera fila de pupitres estará a 2.10 metros del mismo, y la dimensión del aula, en la cual se encuentre ubicado el pizarrón, no excederá los 8.0 metros.
- Las dimensiones del pizarrón serán aproximadamente de 1.20 X 4.50 metros.
- La iluminación artificial se proporcionará por medio de luminarias fluorescentes y el nivel lumínico no será menor de 300 LUXES.
- La altura de las luminarias estará aproximadamente a 2.80 metros sobre el nivel del piso.
- La circulación ofrecerá las condiciones óptimas para el acceso y salida de las aulas; y el espacio para el maestro se ubicará inmediatamente junto al acceso.
- Las puertas abatirán hacia afuera; y el ancho será de 1.00 metro mínimo.
- La separación lateral entre pupitres será aproximadamente de 0.45 metros.
- La altura promedio del aula se define en aproximadamente 2.80 metros.

CIRCULACIONES.

Las normas de diseño para las circulaciones horizontales y verticales serán:

- El ancho de los pasillos tendrá una dimensión mínima de 2.40 metros, cuando se sitúe junto a una fila de aulas, y en longitud tendrá un máximo de 30.0 metros; y cuando se trate de la unión de dos filas de aulas, el ancho del pasillo será de 3.60 metros. Y no se deberá ubicar puertas frente a frente.
- Las escaleras se ubicarán preferentemente al centro de la longitud del pasillo y se evitará que se coloquen frente a la puerta de un aula y el acabado del piso será una superficie rugosa antideslizante.
- El ancho mínimo de las escaleras será de 1.50 metros y deberán quedar equipadas con sus respectivos pasamanos.
- Las escaleras tendrán un descanso a la mitad de la altura entre los diferentes niveles de las plantas de los edificios, y quedarán protegidos contra el viento y la lluvia.

PLAZAS Y JARDINES.

Estos espacios son necesarios para que funcionen como vestíbulos de acceso, áreas de circulación y conexión inter-espacial, áreas de esparcimiento, áreas ecológicas y de ambientación. Deberá equiparse con bancas, mesas, bebederos y abundante vegetación. Ver anexos.

PLAN DE OFERTA DE AULAS.

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1. PARTIDA:	TERRACERIA				\$24,546.01
1.1 SUB-PARTIDA:	DESCAPOTE EN AREA A CONSTRUIR, h de excavacion= 2.25 m	m3	357.58	\$8.60	\$3,076.16
1.2 SUB-PARTIDA:	EMPLANTILLADO DE PIEDRA EN PERIMETRO DE AULAS	m3	58.68	\$105.47	\$6,188.96
1.3 SUB-PARTIDA:	RELLENO DE LODOCRETO EN AULAS	m3	280.14	\$19.50	\$5,462.73
1.4 SUB-PARTIDA:	TRAZO Y NIVELACION	m2	227.24	\$2.28	\$518.77
1.5 SUB-PARTIDA:	EXCAVACION DE ARRIATES, ANCHO 0.70m, ALTO 1.75m	m3	153.86	\$14.42	\$2,217.95
1.6 SUB-PARTIDA:	DESALOJO DE MATERIAL	m3	357.58	\$6.07	\$2,170.87
1.7 SUB-PARTIDA:	COMPACTACIÓN SUELO CEMENTO EN ARRIATES PROPORCIÓN 1:20	m3	54.8	\$89.61	\$4,910.57
2. PARTIDA:	CIMENTACIONES				\$11,116.67
2.1 SUB-PARTIDA:	SOLERA DE FUNDACION SF-1, 0.60mx0.40m, Ho 4#5 + 2#4 + ESTRIBO #3@ 0.15, f'C 210 Kg/ Cm2 , f'Y 2800 Kg/ Cm2	m3	15.64	\$354.86	\$5,550.06
2.2 SUB-PARTIDA:	SOLERA DE FUNDACION SF-2 y SF-3, 0.40M X 0.25 M ,Ho 4# 4 + ESTRIBO #3@ 0.15, f'C 210 Kg/ Cm2 , f'Y 2800 K/g Cm2	m3	12.56	\$376.29	\$4,726.16

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
2.3 SUB-PARTIDA:	ZAPATA AISLADA Z-1, 1.25MX 0.25MX1.25M, EMPARRILLADO Ho #4, f'C 210 Kg/ Cm2 , f'Y 2800 Kg/ Cm2	m3	3.12	\$269.37	\$840.44
3. PARTIDA:	ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO				\$37,804.30
3.1 SUB-PARTIDA:	NERVIO 0.175M x 0.17m x 4.40 m,4#3/8 + EST #1/4 @0.15m f'C= 210Kg/Cm2 Y f'Y= 2800 Kg/Cm2	m3	1.04	\$608.77	\$633.12
3.2 SUB-PARTIDA:	NERVIO LATERAL 0.175m X 0.17m x 4.80m, 4#3/8 + EST #1/4 @0.15M f'C= 210 Kg/Cm2 Y f'Y= 2800 Kg/Cm2	m3	1.18	\$599.72	\$707.67
3.3 SUB-PARTIDA:	COLUMNA C-1, 0.30mX 0.30m, 4#4 + ESTRIBO #3 @ 0.15m, f'C= 210Kg/Cm2 Y F'C= 2800Kg/Cm2.	m3	3.20	\$835.76	\$2,674.43
3.4 SUB-PARTIDA:	LOSA DE PISO CONCRETO f'C= 210 Kg/Cm2, h= 0.10m CON ELECTROMALLA	m2	128	\$43.28	\$5,540.06
3.5 SUB-PARTIDA:	PAVIMENTADO DE CONCRETO Y REFUERZO POR CONTRACCION Y TEMPERATURA h= 0.15m.	m2	515.29	\$51.62	\$26,597.05
3.6 SUB-PARTIDA:	ACERA DE CONCRETO f'C= 210 Kg/Cm2, h= 0.06m	m3	5.91	\$279.52	\$1,651.97
4. PARTIDA:	PAREDES				\$17,110.54
4.1 SUB-PARTIDA:	PARED DE BLOQUE DE CONCRETO DE 15X20X40, INCLUYE BASTONEADO #4 @ 1.00 m Y CONCRETEADO GROUT	m2	242.62	\$42.01	\$10,193.04
4.2 SUB-PARTIDA:	BLOQUE SOLERA EN PAREDES Y ARRIATES + LLENADO DE GROUT EN BLOQUE SOLERA	ml	433.72	\$15.95	\$6,917.50
5. PARTIDA:	ACABADO				\$8,061.17

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
5.1 SUB-PARTIDA:	REPELLO EN SUPERFICIE VERTICAL (2.00 cm de espesor)	m2	572.68	\$5.87	\$3,361.93
5.2 SUB-PARTIDA:	AFINADO EN SUPERFICIE VERTICAL (2.00 mm de espesor)	m2	572.68	\$1.76	\$1,010.46
5.3 SUB-PARTIDA:	PINTADO CON PRIMERA Y SEGUNDA MANO	m2	480.98	\$3.50	\$1,683.86
5.4 SUB-PARTIDA:	ENCHAPADO DE LOSETA DE BARRO A ALTURA DE REPISA EN PERIMETRO DE AULAS (h=1.40)	m2	85.68	\$23.40	\$2,004.91
6. PARTIDA:	TECHOS				\$17,618.26
6.1 SUB-PARTIDA:	POLIN C 4" (CHAPA 14)	ml	282.92	\$5.16	\$1,458.85
6.2 SUB-PARTIDA:	ENLAMINADO DE ZINC ALUM, ARQUITEJA Y TRASLUCIDA Y COLOCADO DE AISLANTE TERMICO PRODEX	m2	255.50	\$35.99	\$9,194.56
6.3 SUB-PARTIDA:	CAPOTE	ml	10.46	\$15.19	\$158.85
6.4 SUB-PARTIDA:	VIGAS MACOMBER	ml	56.57	\$50.60	\$2,862.61
6.5 SUB-PARTIDA:	FASCIA DE FIBROLIT	ml	44.74	\$15.60	\$697.94
6.6 SUB-PARTIDA:	CANAL DE LAMINA GALVANIZADA Y CANAL COLONIAL	ml	32.50	\$20.99	\$682.27

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
6.7 SUB-PARTIDA:	CIELO FALSO LOSETA DE YESO CON POLIVINIL	m2	237.55	\$10.79	\$2,563.16
7. PARTIDA:	PISOS				\$5,244.79
7.1 SUB-PARTIDA:	CERAMICA EN AULAS DE 55X55	m2	137.00	\$28.42	\$3,893.24
7.2 SUB-PARTIDA:	CERAMICA ANTIDESLIZANTE DE 55X55 EN CORREDOR	m2	47.56	\$28.42	\$1,351.55
8. PARTIDA:	INSTALACIONES HIDRAULICAS				\$3,825.77
8.1 SUB-PARTIDA:	EXCAVACION PARA TUBERIAS, INSTALACION DE TUBERIAS, ACCESORIOS Y CUNETAS DE LADRILLO DE BARRO Y CAJA DE AGUAS LLUVIAS	SG	1	\$3,825.77	\$3,825.77
9. PARTIDA:	INSTALACIONES ELECTRICAS				\$6,500.00
9.1 SUB-PARTIDA:	INSTALACION ELECTRICA (DUCTO, CABLEADO, LUMINARIAS, INTERRUPTORES, TOMACORRIENTE, CAJA, ETC)	SG	1	\$6,500.00	\$6,500.00
10. PARTIDA:	PUERTAS				\$1,092.00
10.1 SUB-PARTIDA:	PUERTAS METALICAS (1.00m x 2.10m)	m2	8.40	\$130.00	\$1,092.00
11. PARTIDA:	VENTANAS				\$9,285.12
11.1 SUB-PARTIDA:	VENTANAS PIVOTANTE DE MARCO DE ALUMINIO CON LOSETA DE VIDRIO	m2	63.36	\$104.00	\$6,589.44

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
11.1 SUB-PARTIDA:	VENTANAS TIPO PERSIANAS	m2	46.08	\$58.50	\$2,695.68
12. PARTIDA	JARDINERIA				\$1,839.72
12.1 SUB-PARTIDA:	ENGRAMADO	m2	70	\$26.28	\$1,839.72
13. PARTIDA:	OTROS				\$2,761.20
13.1 SUB-PARTIDA:	BALCONES PARA VENTANAS	m2	63.36	\$32.50	\$2,059.20
13.1 SUB-PARTIDA:	EMPARILLADO DE CUNETAS	ml	54	\$13.00	\$702.00
				TOTAL	\$146,805.54

COSTO DIRECTO	\$112,927.34
COSTO INDIRECTO 30%	\$33,878.20
IVA	\$19,084.72
COSTO TOTAL DE AULAS	\$165,890.26

4.3 PLAN DE OFERTA DE MURO PERIMETRAL.

	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1. PARTIDA:	MURO PERIMETRAL				
1.2 SUB-PARTIDA:	TRAZO Y NIVELACION	ml	5.56	\$2.43	\$13.51
1.3 SUB-PARTIDA:	EXCAVACION DE MURO PERIMETRAL	m3	9.75	\$10.70	\$104.28
1.4 SUB-PARTIDA:	COMPACTACION DE SUELO CEMENTO PROPORCION 1:20 EN MURO PERIMETRAL	m3	8.41	\$102.21	\$859.55
1.5 SUB-PARTIDA:	SOLERA DE FUNDACION DE MURO, 0.60M X 0.40M ,Ho 4#5 + 2#4 + ESTRIBO #3@ 0.15, F'C 210 KG/ CM2 , F'Y 2800 KG/ CM2	m3	1.33	\$339.20	\$451.14
1.6 SUB-PARTIDA:	NERVIOS DE MURO	SG	1	\$201.83	\$201.83
1.7 SUB-PARTIDA:	PARED DE LADRILLO DE BARRO	m2	10.40	\$20.16	\$209.65
1.8 SUB-PARTIDA:	SOLERA INTERMEDIA 0.14m x 0.20m, 4#3 + ESTRIBO #2 @ 0.15m	ml	9.07	\$67.00	\$607.67
1.9 SUB-PARTIDA:	SOLERA CORONAMIENTO 0.14m x 0.20m, 4#3 + ESTRIBO #2 @ 0.15m	ml	4.71	\$33.74	\$158.90
				TOTAL	\$2,606.54

COSTO DIRECTO	\$2,005.03
COSTO INDIRECTO	\$601.51

IVA	\$338.85
COSTO TOTAL DE PANEL	\$2,945.39
COSTO DE 1 ML	\$529.75
COSTO TOTAL DE MURO PERIMETRAL	\$52,185.39

8. CONCLUSIONES

Al realizar la investigación bibliográfica sobre eficiencia energética se pudo comprobar que la mayoría de países del mundo están considerando las consecuencias por el mal uso de la energía, lo que los ha llevado a adoptar medidas para el uso eficiente de los recursos, desde implementar sistemas como el uso de botellas en la iluminación hasta el uso de sistemas eficientes con una inversión inicial muy alta pero con un retorno de la inversión en el tiempo que supera los costos actuales de consumo de energía.

Las mediciones realizadas sobre el consumo de energía permitieron confirmar que la institución tiene un consumo excesivo causado por las ineficiencias de los sistemas de iluminación actual, mala ubicación de los sistemas de aire acondicionado, los tipos de monitores, la influencia de la temperatura en los diseños de los edificios, el tipo de paredes.

Al realizar el análisis se pudo comprobar que la mayor parte del consumo total de energía es causado por el uso de aires acondicionados con un 44%, iluminación con un 29% y computadoras con un 19%, por lo cual una estrategia para lograr una mayor eficiencia energética es atacar estos tres componentes.

Al realizar el análisis del diseño de los edificios se pudo comprobar que existen otras alternativas para poder lograr obtener una mayor eficacia energética como modificando los diseños de edificios, usos de otros materiales con características térmicas apropiadas, y realizando cambios en la vegetación de los alrededores.

9. RECOMENDACIONES

Concientizar al personal sobre el uso eficiente de los equipos y sistemas de iluminación mediante capacitaciones constantes sobre ahorro de energía.

Evaluar la viabilidad financiera entre las opciones de instalación de uso de tragaluz y led en sistemas de iluminación. Considerando que en el último caso la inversión se recupera en menor tiempo, sin embargo la primera representa la ventaja de uso de energía renovable.

Usar monitores de LCD en sustitución de equipos de RCT que presentan un mayor consumo de energía y disipan mayor cantidad de calor, los que repercute en el incremento de temperatura en las aulas y por lo consiguiente mayor consumo de energía por parte de los aires acondicionados.

Implementar diseño de aulas bioclimáticas en futuras construcciones de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE.

Tomar en cuenta la eficiencia energética integral, como el cambio de artefactos hidrosanitarios, ahorradores de agua, para regular el consumo del vital líquido.

Mejorar la vegetación de tal forma que impacte en la reducción de temperatura de los edificios que conlleva al mejor funcionamiento de los aires acondicionados.

10. GLOSARIO

- **Abrasión:** *Acción mecánica de rozamiento y desgaste que provoca la erosión de un material o tejido.*
- **Aislamiento Térmico:** *Aislamiento térmico es la capacidad de los materiales para oponerse al paso del calor por conducción. Se evalúa por la resistencia térmica que tienen. La medida de la resistencia térmica o, lo que es lo mismo, de la capacidad de aislar térmicamente*
- **Arquitectura Bioclimática**
La arquitectura bioclimática consiste en el diseño de edificios teniendo en cuenta las condiciones climáticas, aprovechando los recursos disponibles (sol, vegetación, lluvia, vientos) para, intentando reducir los consumos de energía.
- **Atrio:** *Espacio abierto y porticado que hay en el interior de algunos edificios*
- **Biomasa natural:** *es la que se produce en la naturaleza sin la intervención humana.*
- **Biomasa residual:** *es la que genera cualquier actividad humana, principalmente en los procesos agrícolas, ganaderos y los del propio hombre, tal como, basuras domésticas [residuos sólidos urbanos (R.S.U.)] y aguas residuales.*

- **Biomasa producida:** es la cultivada con el propósito de obtener biomasa transformable en combustible, en vez de producir alimentos, como la caña de azúcar en Brasil, orientada a la producción de etanol para carburante.
- **Calentamiento Global:** es un término utilizado para referirse al fenómeno del aumento de la temperatura media global, de la atmósfera terrestre y de los océanos,
- Cambio climático
- **Carbón:** es una roca sedimentaria de color negro, muy rica en carbono, utilizada como combustible fósil. La mayor parte del carbón se formó durante el período Carbonífero (hace 359 a 299 millones de años). No es un recurso renovable.
- **CO₂:** es un gas incoloro, denso y poco reactivo, que forma parte de la capa de la atmósfera más cercana a la tierra. Tiene un gran impacto en el llamado efecto invernadero y su concentración ha aumentado en los últimos 160 años.
- **Difusores:** Los difusores variables son válvulas que cambian su sección de paso cuando se modifican las propiedades del fluido que las cruza. Los carburadores son las máquinas que los utilizan con mayor frecuencia aunque sirven también en otros mezcladores.
- **Eficiencia Energética:** es una práctica empleada durante el consumo de energía que tiene como objeto procurar disminuir el uso de energía pero con el mismo resultado final.
- **Energía:**(del griego ἐνέργεια/energeia, actividad, operación; ἐνεργός/energós = fuerza de acción o fuerza trabajando) tiene diversas acepciones y definiciones, relacionadas con la idea de una capacidad para obrar, transformar o poner en movimiento.
- **Energía geotérmica:** es aquella energía que puede obtenerse mediante el aprovechamiento del calor del interior de la Tierra.
- **Energía hidráulica:** Es aquella que se obtiene del aprovechamiento de las energías cinéticas y potenciales de la corriente del agua, saltos de agua o mareas.
- **Energía renovables:** Es la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales.
- **Energía Térmica:** es la parte de energía interna de un sistema termodinámico en equilibrio que es proporcional a su temperatura absoluta y se transfiere en forma de calor en procesos termodinámicos.
- Energías no renovables
- **FP:** Se define factor de potencia, f.d.p., de un circuito de corriente alterna, como la relación entre la potencia activa, P , y la potencia aparente, S .1 Da una medida de la

capacidad de una carga de absorber potencia activa. Por esta razón, $f.d.p=1$ en cargas puramente resistivas y en elementos inductivos y capacitivos ideales sin resistencia $f.d.p = 0$.

- **Gas natural:** es una de las varias e importantes fuentes de energía no renovables formada por una mezcla de gases ligeros que se encuentra en yacimientos de petróleo, disuelto o asociado con el petróleo (acumulación de plancton marino) o en depósitos de carbón.
- **Iluminancia:** es la cantidad de flujo luminoso que emite una superficie por unidad de área
- **Inercia Térmica:** Inercia térmica es la propiedad que indica la cantidad de calor que puede conservar un cuerpo y la velocidad con que la cede o absorbe. Depende de la masa, del calor específico de sus materiales y del coeficiente de éstos
- **KVAR:** Kilo Var
- **Lux:** es la unidad derivada del Sistema Internacional de Unidades para la iluminancia o nivel de iluminación.
- **MDL:** Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) es un acuerdo suscrito en el Protocolo de Kioto establecido en su artículo 12, que permite a los gobiernos de los países industrializados (también llamados países desarrollados o países del Anexo1 del Protocolo de Kioto) y a las empresas (personas naturales o jurídicas, entidades públicas o privadas) suscribir acuerdos para cumplir con metas de reducción de gases de efecto invernadero (GEI) en el primer periodo de compromiso comprendido entre los años 2008 - 2012, invirtiendo en proyectos de reducción de emisiones en países en vías de desarrollo (también denominados países no incluidos en el Anexo 1 del Protocolo de Kioto) como una alternativa para adquirir reducciones certificadas de emisiones (RCE) a menores costos que en sus mercados.
- **Parasol:** Un parasol es un accesorio en forma de tubo o embudo que se acopla en un objetivo para protegerlo de la luz lateral que podría crear refracciones en la fotografía.
- **Protocolo de KYOTO:** es un protocolo de la CMNUCC Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático , y un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global
- **Punta:** suministro con medición horaria 18:00 a 22:59 horas
- **Resto:** suministro con medición horaria 05:00 a 17:59 horas

- **Trasdosado:** Placas delgadas fijadas a muros rígidos y gruesos para mejorar las prestaciones (aislamiento térmico y acústico).
- **UPME:** Comisión Nacional de Energía en la Unidad de Planeación Minero Energética
- **Valle:** suministro con medición horaria 23:00 a 04:59 horas.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Eficiencia energética CNE

http://www.cne.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=160:integrar-esfuerzos-para-promover-la-eficiencia-energetica-en-la-industria&catid=29:noticia-empresa&Itemid=57

http://www.cne.gob.sv/index.php?option=com_weblinks&view=category&id=127%3Aeficiencia-energetica&Itemid=204

2. Eficiencia energética en El Salvador

http://www.eclac.cl/dрни/noticias/noticias/8/37118/Luis_Reyes.pdf

3. Oportunidad de ahorro de energía sector hospitalario.

http://www.cne.gob.sv/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=268:eficiencia-energetica-en-hospitales&id=36:eficiencia-energetica-en-hospitales&Itemid=63

4. Programa País de Eficiencia Energética

<http://www.oas.org/dsd/reia/Documents/reep/Chile-PerspectivasREEEP.pdf>

5. Balance energético 2009 y perspectivas 2010. Eficiencia energética y energías renovables

<http://www.idae.es/boletines/boletin50/#4>

6. Pliegos Tarifarios de la SIGET

<http://www.siget.gob.sv/index.php/temas/tema-n/documentos/tarifas>

7. Sistemas de tragaluz

<http://www.espaciosolar.net/downloads/1DEPLOSUN%20LIGHT%20PIPES/GENERAL%20DATASHEET/FAQ.pdf>

8. Eficiencia energética en equipos ofimáticos

http://www.eu-energystar.org/es/es_023.shtml

9. Iluminación LED

<http://www.viribright.com.mx/Images/MX/Spanish-CATALOGO%20Viribright.pdf>

10. tragaluz

http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=0|0_1_0_1|0|QLT020|qlt_020: 0 0 1 0 30 0 0 0 0 2 1 0 0 0

11. Distribuidora de tragaluz

<http://www.teclusol.com/>

12. Rehabilitación energética de edificios y viviendas

<http://www.renovablesverdes.com/rehabilitacion-energetica-de-edificios-y-viviendas/>

13. Modelos de solatube

<http://international.solatube.com/es/commercial/solamaster#models>

14. Viviendas bioclimáticas

http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2003/03/18/140046.php

15. Precios de tragaluz

<http://www.solatube.com.mx/precios.html>

16. Botella solar

<http://www.labioguia.com/como-crear-una-botella-solar>

17. Reduzca gastos de electricidad utilizando láminas translúcidas

<http://www.quiminet.com/articulos/reduzca-gastos-de-electricidad-utilizando-laminas-translucidas-2856205.htm>

18. Ministerio De Educación. Departamento De Infraestructura Educativa

Normativa Para La Infraestructura De Las Instituciones De Educación Superior, San Salvador, 26 De Enero De 1998

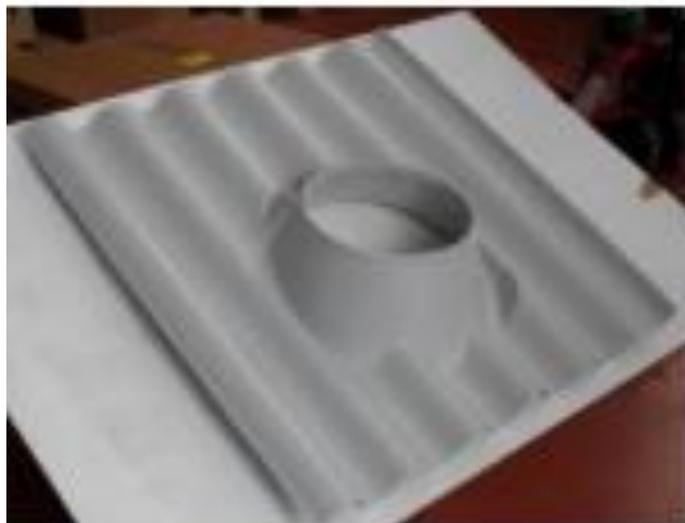
12. ANEXOS



Figura 82. Comparativo de luz natural y artificial



Figura 83. Oficina con dos sistemas de iluminación.



Base Cubierta Uralita

Figura 84. Oficina usando luz natural y artificial

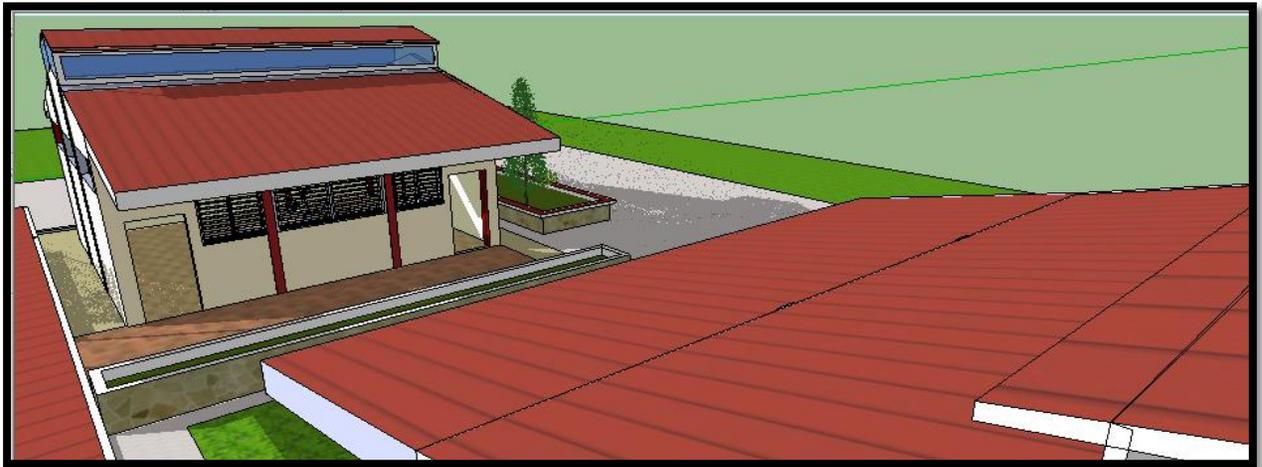


Prismático Techo Registrable

Figura 85. Oficina usando luz natural y artificial

AULAS PROYECTADAS EN SKETCHUP











ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA – FEPADE
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN APLICADA

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

**“Análisis y Desarrollo de Técnicas Logísticas en
Almacén. ITCA - DELPIN LOGISTICS”**

SEDES Y ESCUELAS PARTICIPANTES: ESCUELA DE LOGÍSTICA GLOBAL
CENTRO REGIONAL MEGATEC ZACATECOLUCA

DOCENTE INVESTIGADOR: ING. ANA CECILIA ÁLVAREZ DE VENTURA

DOCENTES PARTICIPANTES: ING. JOAQUÍN MAURICIO GARCÍA, ING. JOSÉ RICARDO SOMOZA

ZACATECOLUCA, ENERO 2014

Contenido

1	RESUMEN / INTRODUCCIÓN	253
2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	254
2.1	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	254
2.2	ANTECEDENTES / ESTADO DE LA TÉCNICA	255
2.3	JUSTIFICACIÓN	255
3	OBJETIVOS.....	256
3.1	OBJETIVO GENERAL:.....	256
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	256
4	HIPÓTESIS	256
5	MARCO TEÓRICO.....	257
5.1	CENTROS DE DISTRIBUCIÓN / ALMACENES	257
5.2	SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO.....	257
5.3	CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ALMACENAMIENTO “RACKS”.....	259
5.4	CARACTERÍSTICA DE LOS PASILLOS EN EL ALMACÉN.....	260
5.5	¿POR QUÉ PALETIZAR?. PUNTO DE VISTA DEL FABRICANTE	260
5.6	PRINCIPIOS DE ALMACENAMIENTO.	261
5.7	SELECCIÓN Y ALISTAMIENTO DE PEDIDOS.	262
5.8	TRAZABILIDAD.....	263
5.9	ZONIFICACIÓN DE LA MERCANCÍA.	268
5.10	CODIFICACIÓN DE BARRAS.....	272
5.11	REGULACIONES LEGALES.....	274
6	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	278
6.1	SITUACIÓN ACTUAL DE LA GESTIÓN DEL C.D.....	278
6.2	ANÁLISIS DE FORTALEZA, AMENAZAS, DEBILIDADES Y OPORTUNIDADES.....	282
6.3	INVESTIGACIÓN DE CAMPO.	283
6.4	PROPUESTA A DESARROLLAR.	285
7	RESULTADOS.....	287
7.1	APLICACIÓN DE TÉCNICAS LOGÍSTICAS EN EL ALMACÉN.	287
7.2	PLAN DE IMPLEMENTACIÓN.	295
8	CONCLUSIONES.....	305
9	RECOMENDACIONES.....	306
10	GLOSARIO	307
11	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	310
12	ANEXOS	311

1 RESUMEN / INTRODUCCIÓN

Este documento, es un esfuerzo que busca optimizar la disponibilidad de los recursos de la empresa DELPIN LOGISTICS S.A DE C.V. , La cual es parte del Grupo DELPIN, la primera ubicada en la zona franca MIRAMAR, y la segunda en San Salvador, tales como: equipos, espacios, racks, productos, recurso humano, e instalaciones, utilizando técnicas de ingeniería industrial y logística. Se pretende proveer a la empresa DELPIN LOGISTICS, una información útil y oportuna, para facilitar la disponibilidad y el flujo de las mercancías que están ingresando, descargando, revisando y ubicando en sus respectivas zonas de almacenaje.

El presente estudio contempla, los principales elementos a considerar dentro de un flujo de información y mercancías en el centro de distribución de la empresa DELPIN LOGISTICS.

Así mismo es necesario mencionar el desarrollo de las diferentes etapas de este trabajo como lo son: La investigación de campo, la cual consistió en ir a la sección de atención al cliente de la dirección general de aduanas (DGA), reunión informativa con el administrador de aduana de la zona franca el pedregal, observaciones y mediciones en el centro de distribución, entrevistas tanto al Ing. Cedric Peña, como al Ing. Panameño, subgerente y jefe de DELPIN LOGISTICS respectivamente.

La siguiente etapa es la propuesta, la cual consiste como su nombre lo indica, en proponerle al centro de distribución las posibles alternativas de soluciones en cuanto al flujo de mercancías, accesibilidad a los productos, aprovechamiento de áreas y mejorar los tiempos de respuesta tanto al cliente interno como al externo. Esto nos conlleva a organizarnos y a desarrollar una política del almacén determinada por la gerencia general y su staff, con el objetivo de evitar burocracias, y contratiempos dentro del almacén, pero sin perder la importancia del control de la mercancía. Además en la propuesta se plantea un Layout (Redistribución en el almacén), aprovechando al máximo el área cuadrada y cubica con la que se dispone. Por último se plantea la necesidad de desarrollar un sistema informático para que ayude a buscar con facilidad las ubicaciones de espacios vacíos disponibles en los racks y así evitar tiempos tardíos e improductivos en el momento de estar colocando mercancías (almacenar) o a la hora de estar preparando los pedidos (Picking) para ser despachados a los clientes.

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Delpin Logistics es una empresa ubicada en La Zona Franca de Miramar en el km 30 ½ de la carretera que conduce al Aeropuerto Internacional de Comalapa, en el departamento de La Paz; es una de tres empresas asociadas a un grupo denominado: “Grupo Delpin”. Se dedica a la distribución de productos como: Válvulas de todo tipo, motores eléctricos, bombas, accesorios para tuberías, herramientas eléctricas, entre otros; la cuales comercializan a nivel nacional y Centroamérica (Nicaragua y Honduras). Poseen tres bodegas con un área total de mil metros cuadrados, con estantería industrial (Racks); tienen una proyección de incremento de espacio de mil metros cuadrados más, éstas metas ha generado inquietudes a la alta gerencia, relacionada con la eficiencia en la gestión del almacén; ya que actualmente identificar una mercancía, es una de las situaciones, que más problema ocasiona, debido a los tiempos elevados de preparación de pedidos que posee; la preparación de pedido depende al 100% del conocimiento y experiencia del personal que está actualmente en el almacén; ya que el proceso de Picking carece de herramientas tecnológica, que le facilite la búsqueda; siendo el mayor apoyo la agilidad mental de los empleados, en recordar y buscar las mercancías.

2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En el almacén, la empresa maneja una carga con rango entre cinco gramos y una tonelada; y medidas de largo de hasta seis metros. En el proceso de crecimiento de la empresa, la gestión del almacén, se ha tenido que acoplar a las necesidades de sus clientes; No se ha contado con una planificación y aplicación de técnicas de almacén; generando con ello situaciones de mejora, que la empresa ha identificado y quiere solucionar, entre las cuales están:

- En la manipulación de las mercancías, los operarios utilizan la fuerza humana, para acceder y colocar dichas mercancías en los estantes; si consideramos los rangos de carga, que se manipulan, en ocasiones se requiere más de dos operarios, para lograr colocar o acceder a la mercancía; situación que genera riesgos a la persona y aumento en los tiempo de manipulación.

- Para encontrar y obtener un producto en el almacén, ya se ha registrado tiempos de una hora; siendo de quince minutos el tiempo promedio de búsqueda y obtención de un producto.
- Se poseen materiales desorganizado en el piso, generando tráfico, riesgos y posibles daños de mercancías.

De lo observado anteriormente, se puede plantear la siguiente pregunta: **¿Que técnicas de logística se pueden aplicar, para hacer más eficiente la gestión del almacén?**

2.2 ANTECEDENTES / ESTADO DE LA TÉCNICA

La empresa DELPIN LOGISTICS, no ha realizado hasta la fecha, ningún estudio o proyecto relacionado a la gestión del almacén, ya que el día a día, no ha permitido establecer un mecanismo de evaluación, control y mejora continua de los procesos del almacén. En relación a la gestión de almacén; existen técnicas y métodos expuestos en diferentes libros y casos de aplicación, siendo estos generales; por lo que, en la investigación, se pretende evaluar las técnicas y métodos, aplicables a la situación específica de la empresa; y con ello establecer nuevos parámetros de la aplicación de técnicas, en la gestión de almacén.

2.3 JUSTIFICACIÓN

En el almacén de la empresa DELPIN LOGISTICS, se posee una oportunidad de investigar, desarrollar y aplicar nuevos procesos logísticos, que pueden ser utilizados por cualquier industria, en el área de almacenes. Por lo que al participar docentes del área de Logística, en proyectos que lleven al establecimiento de nuevos procesos, se genera un conocimiento y experiencias, que son replicables a los estudiantes; lo que es fundamental en la enseñanza por competencias, ya que se requiere de personal con competencia desarrolladas a través de: aprender – haciendo; Así mismo, los estudiantes que participen en el proyecto de investigación, construirán un conocimiento, a través de metodologías técnicas y científicas, aplicadas a la realidad de la industria.

Para lograr un desarrollo del país, es necesario hacer énfasis en el incremento de la productividad de las empresas, es necesario ir creando lazos de mutuo apoyo, entre la empresa privada y la academia; de tal modo, que puedan aplicarse y desarrollarse técnicas, que ayuden a solventar un problema en particular; con el objetivo de ser replicadas en otras empresas; logrando en el proceso de solución, la construcción de nuevo conocimiento, que debe de ser compartido con los estudiantes; y éstos al enfrentarse al mundo laboral, tendrán conocimiento de casos reales, y no de casos hipotéticos, contruidos de acuerdo a otras realidades.

3 OBJETIVOS.

3.1 OBJETIVO GENERAL:

Aplicar técnicas y métodos de logística ya establecidos, para generar nuevos procesos en la gestión de almacén, partiendo de una situación específica.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Realizar un análisis de la situación actual en la gestión de almacén, para determinar los parámetros, que se trabajaran en al proyecto, a los cuales, se les dará una propuesta de solución.
- Desarrollar una investigación bibliográfica, sobre la gestión de almacén; que será la base en la determinación y aplicación de las técnicas, en la propuesta de solución.
- Diseñar los procesos, de la propuesta de gestión del almacén.
- Documentar los procesos de la gestión de almacén propuesto, para que sirvan de base a otros problemas similares, y como referencia de otras investigaciones

4 HIPÓTESIS

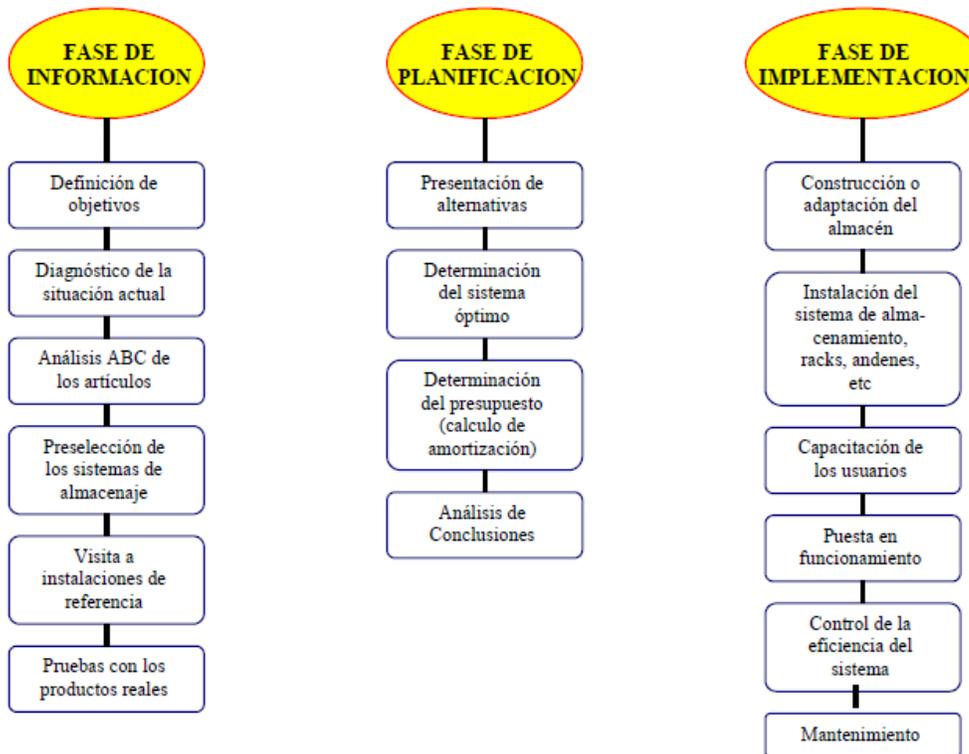
- Con la aplicación de las técnicas y métodos de logísticas, se reducirá en un 70% el tiempo de búsqueda de las mercancías.

5 MARCO TEÓRICO

5.1 CENTROS DE DISTRIBUCIÓN / ALMACENES

El valor de la logística se traduce fundamentalmente en términos de tiempo y lugar. Los productos y servicios no tienen valor a menos en posesión de los clientes; cuando y donde deseen ellos consumirlos.

Recomendaciones para construir o remodelar un centro de distribución:



5.2 SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO.

ALMACENAJE CONVENCIONAL.

¹Se refiere al uso de montacargas y/o personal que transporta el producto en piezas, cajas, camas o paletas.

Esta clase de almacenaje puede ser a nivel de piso, uno de los métodos más fáciles de implementar. El uso de volumen depende del número de niveles que permita el artículo; tiene una baja intervención de capital; es flexible y ofrecen entre el 50% y el 80% de aprovechamiento del espacio utilizando, hace uso de tecnologías básica.

¹ Mora Garcia Luis Anibal, Gestión de Logística Integral Edit, ECOE EDICIONES, Colombia,2008, Pag, 106,108.110

ALMACENAJE SELECTIVO.

Provee espacio para una estiba por posición; es apropiado para bienes con un número reducido de pallets por lote; garantiza el 100% de utilización de espacio.

- **Bodegaje de doble profundidad:** provee espacio para dos estibas por posición; requiere de un montacargas de doble alcance; ofrece entre 75% a 90% de aprovechamiento del espacio.
- **Almacenaje de manejo interno:** se configura con múltiples niveles y paletas de profundidad. El almacenamiento y retiro se hace desde el mismo pasillo. Es efectivo para productos con un número determinado de estibas por lote.

ALMACENAJE DINÁMICO.

Este sistema permite aprovechar al máximo el área de almacenamiento ya que la estantería se encuentra junta conformando un solo bloque, ya que en este sistema no es necesario los pasillos dado que la mercadería se deposita por el extremo superior y se retira por el extremo inferior, las mercancías se mueven por gravedad, deslizándose sobre rodillos.

Permite manejar sus diferentes líneas de productos bajo el concepto de “Primero en Entrar – Primero en Salir”. Con este sistema se manejan ubicaciones fijas para la mercadería, razón por la cual se recomienda para la industria, la cual controla adecuadamente la rotación de cada una de sus líneas de productos.



ALMACENAJE ESTÁTICO:

Este sistema se recomienda para los detallistas, distribuidores y operadores logísticos con una variabilidad muy alta de productos y con rotación constante, ya que no se manejan ubicaciones fijas, dado que el sistema de gestión de almacén controla todas las ubicaciones, maximizando el uso del espacio.



5.3 CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA DE ALMACENAMIENTO “RACKS”:

Medidas de los Nichos: (estos son recomendaciones con base en las medidas de los pallets y su carga, pero se tendrán que modificar de acuerdo al ancho de los pasillos y al sistema de montacargas que se utilice, ya que algunos de estos equipos requieren de mucho espacio libre para maniobrar:

- Altura # 1: 2.500 mm (distancia libre entre larguero superior y larguero inferior)
- Capacidad para dos pallets de 1.200 de altura cada uno. En esta recomendación se establece 100 mm para maniobra del montacargas
- Altura # 2: 1.300 mm (distancia libre entre larguero superior y larguero inferior)
- Capacidad para un pallets de 1.200 de alto. En esta recomendación se establece 100 mm para maniobra del montacargas
- Ancho: 2.100 mm (distancia libre entre viga y viga)
- Capacidad para dos pallets de 1.000 de ancho cada uno. Esta medida variara de

acuerdo al tipo de maquinaria (montacargas) que utilice el almacén y el ancho de los pasillos. En esta recomendación se establece 100 mm para maniobra del montacargas.

- Profundidad: 1.200 mm (distancia NO libre ya que esta toma en cuenta el ancho del larguero externo y larguero interno). En este punto se considera un freno en el larguero interno que le indique al operario del montacargas el sitio idóneo para sentar la carga.

5.4 CARACTERÍSTICA DE LOS PASILLOS EN EL ALMACÉN.

Estas medidas variarán de acuerdo con el tipo de maquinaria (montacargas) que utilice el almacén.

Equipos muy modernos no requieren área de maniobra, ya que el mismo solo se traslada en un sentido (para adelante y para atrás) y para recoger o depositar la mercadería paletizada extienden sus brazos, transversalmente, por tal razón se establece que el ancho mínimo que debe tener un pasillo es de 1.600 mm. (Recordemos que el pallet mide 1.200 de fondo), sin embargo esto es solo una recomendación y se deberá definir esta medida exacta según la marca, modelo y tipo de montacargas que se adquiera y el diseño final del almacén.

Sin embargo, en la mayoría de los casos utilizando el equipo tradicional de montacargas que requieren grandes áreas de maniobra, el pasillo requiere un ancho de 2.000 mm o 2.600 mm como máximo. Es importante mencionar que algunos equipos ya no muy comunes, requieren de hasta 4 metros libres para poder maniobrar.

5.5 ¿POR QUÉ PALETIZAR?. PUNTO DE VISTA DEL FABRICANTE

Para el fabricante, el envío de mercaderías paletizadas significa:

- Una mejora general de la organización logística.
- Una disminución de los costos de manipulación, almacenaje y transporte.
- Una mejor relación con sus clientes, que le piden, e incluso exigen, la paletización de las Entregas.
- Racionalización y normalización de los envases y embalajes para una mejor utilización y uso de la superficie del pallet.
- Adaptación del sistema de almacenaje a la dimensión del pallet.
- Elección de medios de transporte (carrocería de camión) adaptados al pallet.
- Reducción del riesgo de daños en la mercadería y, como consecuencia, la reducción de los litigios con clientes.
- Proporcionar una mejor presentación, favoreciendo la imagen de marca.

- Venta por unidades estándar de pallet.

5.6 PRINCIPIOS DE ALMACENAMIENTO.

Los siguientes principios están dados para permitir una operación eficiente tanto en costo como en tiempo de ejecución y calidad de los procesos.

La unidad más grande: El movimiento del producto debe hacerse en la mayor cantidad posible, esto implica: cargas paletizadas, unidades de manejo homogéneas y métodos de manipulación estandarizados. A medida que la cantidad movilizada es más grande es menos número de movimientos trayendo beneficios como: menor costo en personal menor costo en equipo y mayor control sobre los inventarios.

La ruta más corta: Los recorridos constituyen el mayor componente de costo por mano de obra, el cual, usualmente, asciende al 80% de este rubro. Por ello se requieren: menores distancias en los procesos más frecuentes y tiempos de operación cortos, para mayor rendimiento del recurso. Esto permitiría una reducción de los costos operativos de equipos en rubros como: menor uso de combustible o baterías, menor desgaste en bandas transportadoras y menor gasto de mantenimiento.

El espacio más pequeño: Este principio posibilita una reducción en el costo de almacenaje. En la medida que se logre una mayor rotación del stock, menores serán las áreas requeridas para el almacenamiento; redundando así en menores inversiones en edificios o arrendamientos. El aprovisionamiento del área disponible se puede lograr con la aplicación de los siguientes elementos: procesos más simples, distancias cortas y control sobre agotados y devoluciones.

El tiempo más corto: Al interior de un almacén o centro de distribución, el tiempo empleado en los procesos debe ser el más breve posible; sin perder de vista el cumplimiento de las políticas de servicio de la compañía, y sin dejar de lado la calidad, tanto de los productos y mercancías manipuladas como de las operaciones mismas

Para esto se requiere contar con:

- Procesos estandarizados.
- Personal capacitado.
- Claridad en las políticas y procedimientos de servicio.
- Reducción de tiempos muertos y ociosos.
- Plantación del requerimiento de recursos (personal, equipos, etc.).

5.7 SELECCIÓN Y ALISTAMIENTO DE PEDIDOS.

Actualmente, los sistemas de recogida de mercancías para despacho a los clientes, se enfocan más en acumular pedido, para acopiar en forma consolidada y utilizar solamente un viaje a las posiciones de almacenamiento; con el fin de reducir desplazamientos y costos. La selección y alistamiento se ha convertido en una de las actividades que más costos generan, por la intensa cantidad de personal y de recursos que se necesitan para cumplirla.

De acuerdo con la oportunidad en la entrega de mercancías a los clientes finales, el proceso de embalaje y despacho se convirtió en una área crítica, para el funcionamiento de los centros de distribución; ya que los productos se deben embalar en forma diferente y precisa, de acuerdo con el tipo de canal o cliente atendido: hipermercados, distribuidores, canal tienda, exportaciones, etc. La selección y alistamiento de pedidos constituyen un momento de verdad en la gestión de la cadena de suministro, pues se deben emplear técnicas que permitan un despacho y cargue de camiones eficiente y efectivo.

ACTIVIDADES CLAVES EN LA PREPARACIÓN DE PEDIDO.

Los elementos que influyen en la selección y alistamiento de pedido son: Clasificación de pedido, y organización del almacén; para cada uno se deben de analizar diversos aspectos.

1. Clasificación de pedidos

Clasificar el pedido por:

- Clientes.
- Rutas de reparto.
- Zonas geográficas.
- Transportistas.
- Exportaciones.

Clasificar el pedido por:

- Clientes.
- Rutas de reparto.
- Zonas geográficas.
- Transportistas.
- Exportaciones.

Cantidad de pedidos a preparar:

- Organización de transporte.
- Frecuencia de entregas.
- Tiempos de entrega.
- Planificación de recursos.

2. Organización del almacén.

Desplazamiento del operador:

- Almacén con muchas referencias.
- Un pedido a la vez.
- Cada referencia ubicación fija.
- Mínimos desplazamientos
- Dos zonas (picking-reabastecimiento)

Desplazamiento del producto.

- Almacén con pocas referencias.
- Varios pedidos al mismo tiempo.
- Operador en el mismo lugar.
- Zona de preparación.

5.8 TRAZABILIDAD.

La trazabilidad es definida por la Norma UNE-EN ISO 9000 como la “capacidad para seguir la historia, la aplicación o la localización de todo aquello que está bajo consideración”. La trazabilidad presenta dos características claves:

Es intencional: las identificaciones registradas de un elemento, proceden de un dispositivo organizado, para asegurar la recopilación y registro sistemáticos de identificaciones.

Tiene usos múltiples: Seguir un historial, localizar entidades o recuperar operaciones. Estos usos se combinan y determinan la organización del dispositivo de identificación. Cuando un sistema de trazabilidad está soportado sobre una infraestructura, basada en las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), la trazabilidad puede brindar importantes utilidades a los diferentes actores de una cadena de valor como: la gestión eficiente de la logística y del suministro, y, aumento de la productividad.

TIPOS DE TRAZABILIDAD.

Trazabilidad hacia atrás.

Trazabilidad de cuáles son los productos que entran en la empresa y quiénes son los proveedores de esos productos. Se refiere a la recepción de productos; en este momento los registros son la clave necesaria para que pueda seguirse el movimiento de los productos hacia su origen, esto es, desde cualquier punto a su etapa anterior. La trazabilidad de la cadena puede quebrarse por completo si no se dispone de unos buenos registros cuando se reciben los productos. Qué información conviene registrar?

- De quién se reciben los productos. El origen de los mismos; deberá tenerse registrada una forma de contactar con el proveedor (nombre, dirección y teléfono) las 24 horas en caso de que haya problemas.
- Qué se ha recibido exactamente. Deberá registrarse el número de lote y/o número de identificación de las agrupaciones de productos que entran en la empresa. Pueden servir la fecha de caducidad, la fecha de consumo preferente o información equivalente que permita acotar el tamaño de las mismas. Asimismo, deberá archivar cualquier otra información sobre los productos, como son los ingredientes, tratamientos a que han sido sometidos, controles de calidad, etc.
- Podría ser suficiente con registrar el “albarán/documento de acompañamiento comercial”, y/o “factura”, siempre que estos documentos faciliten datos concretos sobre la identidad del producto.
- Cuándo. Registrar la fecha en la que se recibieron los productos, es necesario porque puede ser otro medio de identificación.
- Qué se hizo con los productos cuando se recibieron, por ejemplo almacenarlos en el almacén X, mezclarlos con los productos del proveedor Z, etc.

Información a registrar:

- Datos del proveedor y origen del producto.
- Información detallada del producto.
- Número de lote (o números de lotes) del proveedor:
 - Fecha de recepción.
 - Destino del producto (ej. identificación del almacén, la ubicación, silo, depósito, etc.).
- Resultados de controles higiénicos-sanitarios.
- Tratamientos aplicados a los productos.
- Incidencias y medidas correctoras aplicadas.

Documentación que debe aportar el proveedor.

- Albarán o Documento de acompañamiento comercial.
- Factura.
- Resultados analíticos proporcionados por el proveedor.
- Certificados de libre de OGM (organismos genéticamente modificados)
- Documentos acreditativos de origen geográfico.
- Registros de alimentación animal.
- Registros de tratamientos y vacunaciones.
- Registros de tratamientos fitosanitarios.

Trazabilidad interna

Se trata de relacionar los productos que se han recibido en la empresa, las operaciones o procesos que éstos han seguido (equipos, líneas, cámaras, mezclado, división, etc.) dentro de la misma y los productos finales que salen de ella.

La trazabilidad interna es algo que queda implícito para el funcionamiento del sistema interno de la organización. Está en manos de los operadores económicos de las empresas la organización y el grado de precisión con que la desarrollen. Muchas empresas, en el acuerdo comercial con sus proveedores, ya están pidiendo garantías relacionadas con la aplicación de un mecanismo de trazabilidad interna. Esta parte del sistema relativa al proceso interno al que es sometido el producto dentro de cada empresa puede ayudar en la gestión del riesgo y aportar beneficios para la empresa y para los proveedores. Que información conviene registrar?:

- Cuando los productos se dividan, cambien o mezclen, conviene generar registros. El número de puntos en los que se necesite hacer registros depende de la actividad.
- Qué es lo que se crea:
 - Identificación de los productos intermedios, durante la actividad realizada (quizás esta identificación sea solo temporal).
 - Identificación del producto final que se entrega al cliente, mediante el código o información que corresponda como lote u otra forma de agrupación. Este código debe acompañar al producto en el momento de la entrega.
- A partir de qué se crea: alimentos, sustancias y todo producto incorporado, descritos de acuerdo con los propios registros de la recepción, incluyendo los números de lote u otro sistema de identificación de la agrupación, si procede. Los registros de control de stocks podrían ser suficientes para ello.
- Cómo se crea: Cuáles son las operaciones (transformación, elaboración, almacenaje, división, etc.) a qué han sido sometidas los productos.
- Cuándo: Registrar la fecha u hora en la que la modificación se produjo puede ser importante para ayudar a trazar el camino de los productos a lo largo de la actividad realizada.
- En general, relacionar toda esta información con los datos de control de procesado (tales como registros de temperatura) pueden suponer beneficios posteriores, por ejemplo en control de calidad, o como ayuda para identificar las causas de cualquier problema que surja.

Trazabilidad de los productos dentro de la empresa (independientemente si se producen nuevos o no), es necesario:

- Registrar y conservar la información sobre los productos que van a ser incorporados al proceso y a partir de los cuales se van a elaborar los productos finales.
- Relacionar los productos que se han recibido en la empresa con los procesos que éstos han seguido.
- Conocer a partir de qué productos se han elaborado los productos finales.

Trazabilidad hacia delante.

Qué y a quién se entregan los productos. A partir de este punto los productos quedan fuera del control de la empresa. Cuando los productos se despachan, los registros deben servir como vínculo con el sistema de trazabilidad de los clientes. Sin un

adecuado sistema de registros de los productos entregados, la trazabilidad de la cadena agroalimentaria podría quebrarse completamente.

Se debe dar la información sobre trazabilidad de la forma más clara posible; facilitar que el cliente relacione la identificación y otra información del producto que se entrega con su propio sistema de registros. Que información conviene registrar?:

- A quién se entrega: La empresa o responsable de la recepción física del producto. Es conveniente también registrar los detalles del contrato.
- Conviene tener registrada una forma de contactar con el cliente las 24 horas (nombre, dirección y teléfono, e-mail), en caso de que haya problemas. Podría también ser conveniente tener identificada (y registrarlo) la persona a quien se entrega el producto.
- Qué se ha vendido exactamente: Deberá registrarse el número de lote y/o número de identificación de las agrupaciones de productos que salen de la empresa. Entregar documentos de acompañamiento junto con la orden de compra de los clientes puede ser todo lo necesario.
- Se debe poder aportar información sobre el contenido de las agrupaciones de expedición que se remiten a los destinatarios, como son los datos relativos al número de cajas y las referencias que la integran, por ejemplo, los lotes de las mismas, las fechas de duración mínima, etc.
- Cuándo guardar la fecha en la que los productos se entregaron puede ser importante como medio de identificación.
- Medio de transporte: Los datos de transporte que se consideren indispensables para garantizar la trazabilidad (por ejemplo, transportista, matrícula del vehículo o contenedor, temperatura de transporte, etc.).

Merece la pena destacar el caso particular de las empresas de distribución al consumidor final. Como el Reglamento obliga a identificar a las “empresas a las que se hayan suministrado sus productos”, para el sector distribuidor la obligación de trazabilidad finaliza en la última entidad económica legal responsable antes del consumidor final. Si una empresa entrega productos directamente al consumidor final no es necesario el mantenimiento de registros detallados de cada uno de los clientes individuales, aunque si es útil mantener registros de trazabilidad de los productos preparados para la expedición y del cliente inmediato al que se entregan,

para llevar a cabo esta trazabilidad es necesario registrar y conservar la información sobre los productos enviados y quiénes son los clientes que reciben esos productos. Información a registrar:

- Datos del cliente y destino del producto.
- Información detallada del producto.
- Número de lote (o números de lotes) del producto terminado.
- Fecha de envío.
- Resultados de controles higiénicos-sanitarios que se realizan en el momento de la expedición (controles visuales, registro de temperaturas en expedición y transporte, etc.).
- Incidencias y medidas correctoras aplicadas.
- Documentación que debe de conservar la industria:
 - Albarán o Documento de acompañamiento comercial o Factura.:
 - Datos de la empresa que distribuye el producto: nombre, NIT, dirección y teléfono de contacto (24 horas).
 - Descripción y cantidad de productos enviados junto con su número o números de lotes.
 - Datos de la operación mercantil: N° de referencia del contrato o pedido.

5.9 ZONIFICACIÓN DE LA MERCANCÍA.

Para distribuir los productos en las estanterías o lugares de almacenaje es necesario conjugar diversas variables que no siempre apuntan en la misma dirección:

- Minimizar las manipulaciones y recorridos (costos operativos).
- Maximizar la ocupación del espacio.
- Fácil y correcta localización del producto, así como fácil acceso.
- Aspectos de seguridad: tanto para el personal como para la mercancía y las instalaciones.
- Flexibilidad de adaptación a futuro: aumento de número de referencias y variación en las mismas.

Facilidad de control: inventarios.

Para conjugar los aspectos anteriores, se suelen emplear los siguientes criterios operativos:

1. Coordinación con compras y/o producción: entradas (facilitar el máximo de recepción y almacenamiento inicial).
2. Coordinación con comercial y/o logística: salidas (facilitar la preparación de pedidos y el servicio al cliente).

En almacenes orientados a la distribución, prima más el segundo criterio que el primero:

- Las salidas son más numerosas que las entradas (aunque estas, cada vez que se producen, sean en mayor volumen). Por ello hay que minimizar recorridos y facilitar accesos en esta fase.
- La rapidez y calidad de servicio al cliente es decisiva en la distribución comercial. Los almacenes deben organizarse para satisfacer estas exigencias.

En íntima conexión con estos planteamientos está la denominada ley ABC o ley de Pareto, según la cual un pequeño porcentaje de productos supone un gran porcentaje del volumen de ventas (salidas) y, a la inversa, un elevado porcentaje de productos supone un pequeño nivel de ventas (salidas).

Tipo de artículo	Porcentaje total artículos (%)	Porcentaje salidas (%)
A	10	70
B	20	20
C	70	10

Según este planteamiento:

- La zona de ubicación para los productos A debe situarse en las inmediaciones de la zona de preparación de pedidos, con la máxima facilidad para el acceso y picking.
- La zona donde se ubique los productos C, pueden estar más alejados, ya que se accede a ellos con menos frecuencia.

Gestión de ubicaciones.

Se ha hablado anteriormente de almacenamiento a hueco variable y a hueco fijo. En el primero de los casos la informática juega un papel decisivo.

Aspectos Operativos:

El sistema informático dispone en su base de datos, de un mapa del almacén (que incluso puede estar cartografiado, es decir tener la imagen de planta y estantería): zonas/pasillos/estanterías/nivel/hueco..., según el sistema de codificación que se haya utilizado. En este mismo mapa (puede ser idéntico fichero o diferente) consta la mercancía (tipo/unidades/peso) que existe en cada ubicación. Cuando se producen entradas, es el propio sistema el que indica, en función de los parámetros y restricciones que se le hayan designado la ubicación donde situar la mercadería, automáticamente se actualiza el stock y el mapa del almacén. Idéntico procedimiento, a la inversa, en las salidas.

Si el sistema está dotado de radiofrecuencias, las órdenes de almacenamiento y de retirada de la mercancía se transmiten desde el servidor a la carretilla. Es evidente que este sistema introduce un método estricto. Si un pallet no se deja en la ubicación designada –o no se retira de la ubicación designada- el error es doble: hay dos ubicaciones en el sistema informático cuyo contenido no se corresponderá con la realidad física.

Asignación de ubicaciones:

Criterios para la asignación de mercancías a estanterías:

- Clasificación de productos según ABC.
- Puede hacerse conjuntamente o de modo independiente con otros criterios:
 - De acuerdo a familia de productos.
 - De acuerdo a la estacionalidad de los productos.

Unidades de manipulación:

Tanto como para las dimensiones de los huecos, como para facilitar el manejo de las mercancías es conveniente manipular las mercancías por unidades superiores. En algunos casos con ayuda de medios mecánicos, se minimiza el número de manipulaciones, con la consiguiente reducción de costos.

Para minimizar la manipulación, un aspecto fundamental, consiste esencialmente, en estandarizar las unidades de manipulación. Es fundamental unificar la unidad de producción, almacenaje y la de ventas. Es decir, si de fábrica (o de compras al proveedor) viene la mercancía en pallets, se almacena en pallets y sale a destino en el mismo embalaje, el número de manipulaciones es sensiblemente menor, que si sale a consumo en cajas o envases unitarios (apertura de pallets, conteo, etc.). La política comercial y la de producción juegan un papel decisivo. Los intereses son, con frecuencia, contrapuestos: producción desea series largas y grandes volúmenes; comercial por captar clientes, trata de adaptarse al máximo en todas las variables de la demanda, tanto en peculiaridades del producto, como en cantidades servidas. Al final, es necesario llegar a soluciones de compromiso desde una óptica más global, sabiendo que los costes logísticos son un elemento importante en la cadena de suministro.

Ejemplo de unidades de manipulación:

- El pallet (en distribución se emplea el euro pallet de medidas de base normalizada de 800x1200mm; en la industria se emplea el pallet de medidas 1000x1200mm).
- Los rolls, contenedores (metálicos).
- Cajas (de plástico, encajables apilables, plegables).
- Pallet-caja (modularizable por ceros adicionales y tapa superior).
- Sacos bidones, bandejas... Etc.

Existen varios aspectos que son necesarios considerar en orden a mantener y optimizar la efectividad de un almacén. Esquemáticamente puede resumirse en el siguiente cuadro.

EFFECTIVIDAD EN EL ALMACÉN.				
Lay-out que permita:				
<ul style="list-style-type: none"> • Resolución de la distancia a recorrer. • Correcta distribución de las zonas 				
Utilización de elementos mecánicos: Carretillas, etc.				
Adecuada combinación de estanterías: Compactas, convencionales, dinámicas.				
Máximo grado de paletización.				
Normalización:	Similitud	entre	unidades	de venta,
almacenamiento y transporte.				

Informatización:

- **Gestión de ubicaciones**
- **Técnicas avanzadas de picking.**
- **Empleo de nuevas tecnologías: código de barras, etc.**

Variables de control: Determinación y seguimiento.

5.10 CODIFICACIÓN DE BARRAS.

La codificación de barras es un método óptico para lograr la identificación automática de los productos, lo cual permite acceder a la información de dicho producto.

Los sistemas de codificación de barras están conformados por lo general por tres componentes:

- El código en sí.
- El o los aparatos de lectura.
- Las impresoras.

Existen dos sistemas para el código de barras: el European Article Number (EAN), que acepta 13 dígitos, y el Uniform Product Code (UPC) con 12, este último es vigente específicamente en Estados Unidos y Canadá. El código EAN está formado de la siguiente manera: tres números que identifican a la asociación (750); cinco dígitos del fabricante; cuatro dígitos del producto; un dígito verificador calculado por algoritmo. El sistema UPC se compone de: prefijo (0); cinco dígitos del fabricante; cinco dígitos del producto y un número verificador.

El código de barras consta de dos elementos:

- Código, que es el número que identifica a un artículo comercial de manera única y no ambigua;
- Símbolo, que es la representación del código o número en un formato, en este caso, las barras o serie de líneas y espacios paralelos de diferente grosor que pueden ser leídos por un lector láser.

El código de barras permite una comunicación más eficiente entre transportistas y socios comerciales, así como mejoras en el control de inventarios, almacén y distribución. Por otro lado, pone a disposición la información real de la demanda del mercado con la posibilidad de acortar ciclos de pedido y entrega.

Los códigos de barras codabar, pueden incluir caracteres numéricos, caracteres de

seis puntuaciones (-\$/./+) y espacios. Hay también 4 caracteres especiales de inicio/alto, los cuales son A, B, C, y D. El Codabar es útil para codificar símbolos de pesos y de matemáticas. Estos códigos de barras son ligeramente más largos que los de Interleaved (intercalado) 2 de 5.

Tipos de Códigos de barras.



Code 11 es un código numérico con un carácter especial



Este código de barras surgió ante la necesidad de contar con una selección de caracteres más amplia que la que el Código 39 era capaz de brindar. Cuando la longitud de la etiqueta es un punto importante, el Código 128 constituye una buena alternativa ya que es muy compacto y genera un símbolo denso. Esta simbología se utiliza, por lo general, en la industria del transporte, donde el tamaño de la etiqueta es un factor importante.



Los primeros códigos de tipo bidimensional que aparecieron en el mercado, son el código 16K y el código 49 (expresamente creado por parte de Intermec para las aplicaciones médicas.)

Se trata de códigos obtenidos sobrepuestos entre ellos (a stack) códigos (o módulos de códigos) en una sola dirección. El principal motivo que llevo al estudio de estos códigos fue la necesidad de poder contener un gran número de informaciones en espacios muy reducidos, para permitir la codificación aunque en objetos de pequeñas dimensiones (ejemplo: circuitos integrados. Un solo código en dos direcciones puede contener más de 2,000 caracteres.



Code 39

Desarrollado debido a que algunas industrias necesitaban codificar letras y números en un código de barras, el Código 39 es, sin lugar a dudas, la simbología de código barras más popular y elegida. El Code 39 es un código de barras de ancho variable y puede tolerar cualquier número de caracteres que el lector pueda barrer.

Es popular debido a que puede contener texto y números (A - Z, 0 - 9, +, - , y), puede ser leído por casi cualquier lector de código de barras en su propia configuración, además es uno de los más viejos entre los código de barras modernos. Es el código de barras estándar típico para usos no relacionados con la alimentación. Se utiliza en identificaciones, inventario y con fines de seguimiento en diversas industrias, como por ejemplo, en la fabricación y en muchas especificaciones militares y de gobierno. Sin embargo, el código 39 implica el uso de códigos de barra relativamente largos y puede no ser adecuado en casos en que la longitud de la etiqueta es un punto importante. Estos códigos barras son de auto revisión y no están propensos a errores de sustitución.

5.11 REGULACIONES LEGALES

Dentro del marco legal que rige a las zonas francas podemos mencionar: Ley de zonas francas y recintos fiscales, ley de aduanas, y ley de almacenaje; dichas leyes rigen el comercio a nivel internacional. El ente que se encarga de hacer valer todas las leyes mencionadas, es el ministerio de economía, a través de la dirección general de aduanas (DGA). La ley de zonas francas y recintos fiscales como lo indica al artículo 1: “tiene por objeto regular el funcionamiento de zonas francas y depósitos para perfeccionamiento activo, así como los beneficios y responsabilidades de los titulares de empresas que desarrollen, administren o usen las mismas”. El artículo 17 de la ley de zonas francas y recintos fiscales, se especifica las obligaciones y beneficios de estar dentro de una zona franca: “Los usuarios de las zonas francas deberán cumplir con los requisitos siguientes:

- Inversión inicial en activo fijo por un monto igual o mayor a quinientos mil dólares de los estados unidos de América (\$500,000.00), alcanzable en los primeros dos años de operaciones.
- Operar con un número igual o mayor a cincuenta (50) puestos de trabajo permanentes,

desde el primer año de operaciones. Operar con un número igual o mayor a cinco (5) puestos de trabajo permanentes, desde el primer año de operaciones, en el caso de comercializadores”.

- Las responsabilidades de
- Comunicar al administrador de la Zona Franca, en el caso de los usuarios, o al Ministerio de Economía, tratándose de depósitos para perfeccionamiento activo, las modificaciones que hubiere realizado en los planes y proyectos de su empresa, dentro del plazo de diez días hábiles contados a partir del día de la modificación.
- Mantener un registro electrónico de entradas, salidas y saldos de inventarios y cuadro demostrativo de descargo por las importaciones en línea a disposición de la Dirección General de Aduanas. Cuando el registro no se lleve en línea ante la Dirección General de Aduanas, el beneficiario deberá registrar en medios electrónicos y magnéticos o en cualquier otro medio exigido por el Ministerio de Hacienda, a través de la Dirección General de Aduanas, de conformidad a la normativa aplicable, el movimiento de inventarios, cuadro demostrativo de descargo por las importaciones, movimiento de importación, así como toda la información relativa a las operaciones de importación, exportaciones, tránsitos y traslados que realice para el control fiscal respectivo, los cuales deberán remitirse utilizando los mismos medios, dentro de los veinte días hábiles siguientes al del vencimiento del ejercicio fiscal a la Dirección General de Aduanas, sin perjuicio que deba remitirla cuando ésta lo requiera.
- Proporcionar al Ministerio de Economía un informe semestral, relacionado con sus operaciones, el cual deberá contener: Valor y origen de las importaciones, valor y destino de las exportaciones, generación de empleo, ventas al mercado nacional y monto de la inversión realizada.
- Permitir el ingreso a las instalaciones de la empresa beneficiaria, a delegados del Ministerio de Economía Ministerio de Hacienda, a través de la Dirección General de Aduanas y de la Dirección General de Impuestos Internos, en el cumplimiento de sus funciones.
- Informar a la dependencia del Ministerio de Economía que determine el reglamento de esta ley, y a la Dirección General de Aduanas, con 30 días de anticipación, el cambio de domicilio o cierre de operaciones.
- Contar con las instalaciones identificadas y adecuadas para el almacenamiento, custodia y conservación de las mercancías, de acuerdo a la naturaleza de la actividad incentivada.
- Tener los medios que aseguren la custodia y conservación de las mercancías, de

acuerdo a la naturaleza de la actividad incentivada y de acuerdo con las condiciones de ubicación e infraestructura establecidas en esta ley.

- Contar con el equipo y los programas necesarios para efectuar la transmisión electrónica de las operaciones que realizará, así como la demás información requerida, en el depósito para perfeccionamiento activo.
- Designar un área apropiada dentro del depósito para perfeccionamiento activo, para el funcionamiento del personal del servicio aduanero, cuando este sea asignado o designado y proporcionar el mobiliario necesario para realizar su función aduanera y fiscal.
- Responder ante el FISCO por el pago de las obligaciones Tributarias y Aduaneras relacionadas con las mercancías perdidas o de aquellas que se hubiesen destinado indebidamente o por la falta de controles al Territorio Aduanero Nacional, incluyendo las dañadas o las destruidas que hayan sido igualmente destinadas al mercado nacional, salvo que exista causa fortuita o fuerza mayor debidamente comprobadas por el beneficiario ante la Dirección General de Aduanas.
- Generar los traslados regidos en los Arts. 23 y 26 de esta Ley, cumpliendo con los requisitos establecidos en los mismos y en los plazos dispuestos en el artículo 22 de esta Ley.
- Llevar un registro de las mercancías dañadas, pérdidas, destruidas y demás irregularidades ocurridas durante el tiempo que permanezcan en el depósito para perfeccionamiento activo y ponerlo a disposición de la Dirección General de Aduanas, cuando ésta lo requiera.
- Comunicar por los medios establecidos a la Dirección General de Aduanas, las diferencias que se encuentren entre la cantidad de bultos recibidos y las cantidades manifestadas y cualquier otra circunstancia relacionada con las mercancías, que pudiera afectar el ejercicio de las atribuciones de la Dirección.
- En el caso de los DPA, mantener sus instalaciones total y completamente delimitadas e independientes de cualquier otra empresa; en caso de compartir espacios físicos con otras, éstas deberán contar con áreas de almacenaje y operación separadas y personal independiente, de forma tal que no exista posibilidad de confusión de materias primas, procesos productivos, ni de territorio aduanero nacional y extra aduanal, facilitando así la independencia y control de operaciones amparadas al presente Régimen. Deberán mantener en la bodega, debidamente separadas, las mercancías del Régimen Suspensivo, de aquéllas nacionalizadas cuando dichas mercancías sean combinadas o mezcladas en el proceso productivo y llevar un control de inventario que permita

identificarlas en el producto compensado, con la finalidad de establecer la trazabilidad de su destino.

- Cumplir con lo establecido en el Art. 9 de la Presente Ley.
- Llevar registros de costos por las mercancías que vendan al mercado nacional, cuando esté debidamente autorizado para tal efecto y además, cumpliendo con el pago de los tributos correspondientes.
- En el caso de los usuarios de Zona Franca, informar al Servicio Aduanero, dentro de los veinte días hábiles siguientes al vencimiento del ejercicio fiscal, sobre los bienes pendientes de cancelar, pudiendo incluir esta información en el registro descrito.
- Cumplir con el destino autorizado de los bienes.
- Llevar un registro pormenorizado de los insumos utilizados en el proceso productivo, en relación a los productos compensadores y exhibir dicho registro, a requerimiento de la Dirección General de Aduanas, en el ejercicio de sus facultades de fiscalización, en relación con las operaciones objeto de investigación.

” Derechos que otorga la Ley:

- a) Libre internación a la zona franca por el período que realice sus operaciones de maquinaria, equipo, herramientas, repuestos y accesorios, utensilios y demás enseres que sean necesarios para la ejecución de la actividad autorizada.
- b) Libre internación a la zona franca por el período que realicen sus operaciones, de materias primas, partes, piezas, componentes o elementos, productos semi - elaborados, productos intermedios, envases, etiquetas, empaques, muestras y patrones, necesarios para la ejecución de la actividad autorizada. De igual manera, podrán ingresar bajo el tratamiento antes mencionado maquinarias, aparatos y equipos y cualquier otro bien que tenga que destinarse a reparación por parte de los beneficiarios, incluso los productos exportados que se reimporten en calidad de devolución;
- c) Libre internación por el período que realicen sus operaciones, de lubricantes, catalizadores, reactivos, combustibles y cualquier otra sustancia o material, necesaria para la actividad productiva;
- d) Exención total del impuesto sobre la renta, sobre la actividad autorizada:”

6 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.

La metodología empleada fue determinada de acuerdo al proyecto y las necesidades de desarrollo; se desarrollaron cuatro etapas:

1. Investigación Bibliográfica; como resultado se logró el marco teórico de la investigación; éste se desarrolló en todo el periodo de la investigación.
2. Estudio de la situación actual de la gestión del almacén o centro de distribución (CD); la cual se desarrolló a través de una investigación interna; dando como resultado, las áreas de mejora del CD.
3. Investigación de campo: desarrollado en tres centros de distribución, de la gran empresa, y en la DGA; dando como resultado, las regulaciones legales que intervienen en las operaciones de la empresa DELPIN LOGISTICS, y conocimiento de la tecnología utilizada por los C. D. en nuestro país.
4. Descripción de la propuesta a desarrollar en la empresa DELPIN LOGISTICS. La propuesta se presenta en el apartado de: Resultados de la investigación.

6.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA GESTIÓN DEL C.D.

La situación actual del centro de distribución (C.D.) se determinó, analizando el proceso que actualmente desarrolla el C.D., para la realización de dicho análisis, se utilizó la técnica de entrevista, apoyándose de la herramienta de: La encuesta y Lista de chequeo (Anexo 1). EL proceso analizado comprende: Recepción, Almacenamiento, Preparación de pedido, y Despacho.

El C.D. cuenta con 7 empleados: tres empleados en el área administrativa, dos empleados dedicados al transporte de mercancías nacional como internacional, y los dos restantes se encargan de la manipulación de las mercancías dentro del almacén, así mismo se ha contratado a un trabajador provisional como apoyo a la actividad de manipulación de las mercancías en el almacenamiento y despacho.

Recepción.

Este primer eslabón del proceso comprende: El alojamiento del transporte, revisión de documentos, y revisión de la mercadería según factura de compra.

1. Alojamiento del transporte de carga:

El lugar de alojamiento del transporte, es de acuerdo a su tonelaje; si el transporte es menor de 2 toneladas, no puede ser alojado en los muelles, por lo que se aloja a un

costado del C.D., esto debido a que el muelle, no es ajustable a la medida de los transportes de carga. Al recibimiento del transporte, el documento que el motorista presenta, es el **documento de tránsito**, en donde viene detallado el producto que ingresa, y es el administrador del C.D. el encargado de archivar dicho documento; en seguida, el producto es descargado manualmente entre todos los operarios del C.D. y luego es trasladado a la nave del C.D., ya sea de forma manual, o con el apoyo de portapalets, o si el caso lo amerita, según el volumen o peso de la mercancía utilizando un Staker (Adquirido en Agosto de 2013) (**anexo 2**). La mercancía es colocada, en los pasillos libres de la nave del C.D, para esperar ser revisada.

2. Revisión:

La revisión de la mercancía que ingresa, se realiza al cien por ciento contra factura, y/o requisiciones de compras, con el objetivo de verificar que no haya faltante, o producto dañado; ya que se tiene un lapso de tiempo determinado, para notificar al proveedor de cualquier anomalía en el producto. Si el semáforo sale rojo en la aduana, significa que la mercancía se ha revisado al cien por ciento en la aduana, con la presencia de un representante de la empresa, por lo que en dichos casos, ya no es revisada en el C. D., y pasa directamente al almacenamiento. Cuando la mercancía es revisada se coloca un código a cada producto, el cual proviene de la factura; dicho código es colocado manualmente por los operarios. La revisión de mercancía es realizada en los tiempos que no se posee pedido, ya que como en todo C.D. lo más importante es el despacho de los pedidos. Por lo que la revisión completa, suele llevarse bastante tiempo (más de una semana) dependiendo del tamaño del lote.

Almacenamiento:

Este segundo eslabón del proceso abarca: Acomodo del producto en las tarimas, o cajas de maderas, traslado y almacenamiento de éstas a un lugar determinado en el C.D: puede ser en los racks o realizando almacenaje al piso. Actualmente DELPIN LOGISTICS, cuentan con un sistema de almacenamiento particular, ya que almacenan por pólizas recibidas, (En esta póliza vienen innumerables productos con pesos de 3 gramos hasta un ¼ de toneladas) y no como normalmente se hace, que es por familia de productos. Esto se hace por las diversas auditorias que hacen los agentes de aduanas.

1. Acomodo del producto en las tarimas, o cajas de maderas.

Para esta actividad, no se cuenta con equipo de manejo de materiales, realizándose en la

mayoría de los casos manualmente (fuerza hombre). Todo producto que tengan las características de poder ubicarlas en los pallet, se ordena en éstos, teniendo en cuenta la agrupación de los productos, de acuerdo al número de póliza, unos productos se dejan en sus respectivas cajas de embalaje, ya que algunas son de maderas y son grandes, otros, como mangueras son colocados directamente en el piso.

2. Traslado y Almacenamiento.

Una vez acomodado los productos, se procede a la ubicación de los pallets en la estantería (racks): primero se identifica un espacio, donde pueda quedar agrupada la mayoría de los productos, correspondiente a una misma póliza, independiente del tipo de producto y proveedores; los productos que por cualquier motivo, no pueda quedar en el mismo lugar, se identifica con un rotulo, que contiene el número de póliza (**anexo 3**); lo anterior con el objetivo de referenciar la póliza, para poder revisarlos cuando así lo soliciten las autoridades aduaneras. La empresa maneja un área para equipo pesado (mayor a 1/2 tonelada), y el almacenamiento es al piso; en este espacio se colocan las cajas de maderas, unas sobre otras. Cuando ya no poseen espacio libre, para ubicar la mercancía recibida, ésta es colocada en los pasillos, esperando un espacio libre, donde ubicarlo. Al igual que el proceso de revisión, el almacenamiento se realiza en los momentos que no se tiene pedidos, por lo que en ocasiones, tardan hasta 4 meses, para almacenarlo, dependiendo del tamaño del lote. En el almacén, se encontró producto con más de tres años sin rotarlo.

Preparación de pedido (Picking).

Es el tercer eslabón en el proceso del centro de distribución (C.D). En este proceso se recibe la orden de pedido, se prepara la cantidad del producto solicitado y se revisa que cumpla con todas las especificaciones requeridas, para su embalaje y transporte.

Delping Logistics, recibe una orden de compra vía correo, ésta es impresa en un formato determinado, y es entregada a un operario, según su carga de trabajo; si no hay orden de pedido que realizar en ese momento, todos los operarios participan en el desarrollo de dicha orden. En la orden viene descrito, entre otros datos: el código de producto, la póliza a la que pertenece, y la cantidad requerida; con dicha información los operarios inician, según su conocimiento, experiencia y memoria, la ubicación del número de póliza deseada, una vez ubicada, se procede a seleccionar el producto requerido.

Para que la orden salga del almacén, el producto es revisado dos veces; en cada revisión el responsable de la orden del pedido, puede agregar o quitar algún producto en particular a la orden, esto implica que si se agregan más productos, se procede a preparar una nueva

orden y si se quitan, hay que volver a ubicar las mercancías en la estantería.

Del estudio de tiempo realizado, se determinó, que la capacidad de respuesta que posee el C.D. a los clientes es de 2 pedidos por día, con un promedio de 75 ítems por pedido; ya que cada orden de pedido se tarda un promedio de 7 horas (Anexo 4); lo anterior debido a que no se tiene una localización exacta de cada producto, sino, que se debe buscar pieza por pieza en las pólizas para la preparación del pedido.

Picking está compuesto, por una serie de actividades, una de ellas es la búsqueda de los productos en cada rack, esto constituye el 65% de las actividades que se realizan dentro del almacén (Anexo 4)

Despacho.

Es el último eslabón del proceso del centro de distribución; este comprende desde el proceso de embalaje, hasta el transporte al destino final, que puede ser nacional o una exportación.

Una vez, que se encuentra el producto revisado, se prosigue a determinar el transporte a utilizar. Delpin Logistics, cuentan con 2 vehículos: uno de 1.5 toneladas, mientras que el otro tiene capacidad para 6 toneladas; si el volumen a transportar es mayor, se subcontrata una empresa de transporte. En el despacho las exportaciones tienen la prioridad, sobre las ventas en el país, a la hora de ser distribuidas.

La mercadería nuevamente es revisada al cien por ciento en el momento del despacho, esto con el objetivo de verificar que no se despachen mercaderías averiadas y las cantidades sean las correctas. En algunos casos, en este punto, todavía se agregan o se cancelan ítems de la orden de pedido del cliente, lo que implica repetir todo el proceso.

Análisis de las actividades desarrolladas en el C.D.

Con el objetivo de conocer el porcentaje de tiempo, que se invierte en los procesos del C.D., se realizó un estudio, que consistió en observar en un periodo de tres días las actividades de cada trabajador (Anexo 5); con dicho estudio se determinó la cantidad de ítems, que un trabajador es capaz de obtener por hora:

Se toma como muestra la orden 116, la cual tiene 41 ítems y se desea saber cuánto es el rendimiento en una hora de trabajo de un empleado se obtiene:

Cantidad de ítems/ tiempo= número de ítems en una hora de trabajo de un empleado

41 ítems / 3.41 horas = 12.02 ítems por hora para un trabajador. A este resultado, se debe analizar, que el trabajador, tiene experiencia, por los años de que ha laborado en la empresa, y además la utilización de herramienta de anotación desarrolladas por ellos mismo, para poder ubicar de forma más fácil, la mercancía.

Para el desarrollo de las actividades en el C.D. Se cuentan con dos software:

- SAC, que es un sistema de administración de inventario, adquirido por la empresa, actualmente con dicho sistema, no se integra la información, para determinar ubicación de la mercancía en el almacén.
- SILCE es un sistema aduanero del país, en el cual se apoya, para realizar todo tipo de operación de las mercancías, así como para la generación de reportes emitidos al estado.

6.2 ANÁLISIS DE FORTALEZA, AMENAZAS, DEBILIDADES Y OPORTUNIDADES.

De acuerdo al análisis de la situación actual se ha identificado las siguientes situaciones de mejora:

- No existe un sistema de trazabilidad apoyado con un software.
- No cuentan con las siguientes áreas:
 - Muelle establecido para la recepción.
 - Espacio para la revisión del pedido.
 - Área de despacho establecida.
- No se han determinado los patrones de flujo de las mercancías.
- No se toman en cuenta criterios para el almacenamiento, sino que se hace de forma empírica, es decir el espacio cubico, en los estantes, no es aprovechado al 100%.
- Falta de procesos estandarizados

Fortalezas:

- La Ubicación del almacén, (Zona Franca, Miramar)
- Espacio físico (1,000 m2)

- Utilización de estanterías industrial, propia para los operaciones que desarrolla (12 racks)
- Personal humanos con experiencia, en el desarrollo de las actividades.
- Inversión en tecnología, para el almacén.
- Disponibilidad de la gerencia, en la mejora continua.

Oportunidades:

- Posicionamiento en el mercado, en la venta de sus productos.
- Alianzas con instituciones de educación superior, en proyectos de investigación.
- Incremento de exportaciones.

Debilidades:

- Espacio cubico sub utilizado.
- Tiempos de respuestas tardíos.
- No posee una codificación en sus mercancías y estanterías que les permita una trazabilidad.
- No cuenta con un software, que le permita determinar la ubicación de sus productos en el almacén.
- Expuesto a accidentes, perdidas y deterioro de mercancías.
- Carencia de procesos de comunicación.

Amenazas:

- Aumento en los costos y trámites aduanales.
- Cambios en los criterios de auditores de aduana.
- Incremento de competencia en la región.

6.3 INVESTIGACIÓN DE CAMPO.

Investigación en Centros de Distribución.

Se realizó una investigación de campo, en tres almacenes de la gran empresa de nuestro país, con el objetivo de conocer la tecnología que se utiliza en los C.D. En general se pudo observar en las visitas:

- Que ninguna empresa posee un sistema de trazabilidad hacia delante (Hasta el consumidor final), para sus productos.

- La utilización de los sistemas de barras, es un apoyo para la administración de los inventarios.
 - Se poseen software desarrollados y / o adquiridos por las empresas, para el proceso de almacenamiento y de picking.
 - Las empresas están invirtiendo en tecnología, para los centros de distribución, relacionados a: sistemas de comunicación, estanterías, equipo para transporte, entre otros.

Investigación en la DGA.

La dirección general de aduana, a través de la división de fiscalización; tiene a su cargo el análisis, supervisión, verificación, investigación y evaluación, del cumplimiento de la legislación aduanera vigente según la facultad que le confiere el código aduanero uniforme centroamericano (CAUCA)².

Con el objetivo de dar una base fundamental, a la propuesta de Gestión en el Almacén de DELPIN LOGISTICS; se buscó conocer sobre el proceso de fiscalización a priori, que realiza la Dirección General de Aduana, en las empresas, bajo el régimen de zonas francas; se estableció contacto con la Unidad de atención al usuario, obteniendo una entrevista con la Licda. Beatriz Jiménez y Licda. Imelda Alvarenga; quienes explicaron de forma general el proceso, con la particularidad de enfocarlo, en el manejo de las mercancías en el almacén; con lo que se determinó los siguientes puntos:

1. La fiscalización a posteriori en las empresas, está a cargo de la división de Fiscalización de la DGA; y la fiscalización la realizan, sobre la base del CAUCA y RECAUCA, tanto para importación y exportación.
2. Para las empresas, bajo la ley de zonas francas (de manufactura) y Ley de servicios internacionales (de comercialización) la fiscalización, se desarrolla sobre la misma base (CAUCA Y RECAUCA), más la aplicación y verificación de dichas leyes.
3. Existe en la DGA, una unidad de riesgo, la cual se encarga de realizar los planes de fiscalización, de acuerdo al análisis y evaluación de variables de riesgos. Dichas variables, son alimentadas por información generadas, por las mismas unidades internas de las aduanas.
4. Existe un proceso de fiscalización, determinado por la división de fiscalización, difundido a través de la página web de la dirección general de aduanas³.

² Proceso de fiscalización a posteriori

³ http://www.mh.gob.sv/portal/page/portal/PCC/Publicaciones%20y%20Boletines%20Aduaneros/Fiscalizacion_a_posteriori/Proceso_de_Fiscalizacion_a_posteriori.pdf

5. Desde hace aproximadamente diez años, se cambió el concepto de póliza⁴ a DM (Declaración de mercancías).
6. La división de fiscalización, posee dos enfoques: Actuaciones preventivas de obtención de información, y Actuaciones correctivas de comprobación e investigación. Ambas inician con la fiscalización de documentos, que respaldan la trazabilidad de la mercancías, por la empresa; si en este paso hay una incoherencia en la información presentada, se puede pasar a la revisión física (aunque no es común); pero no se verifica el total de las DM; ya que se está consciente de: que parte de dicha DM, ha sido utilizada, ya sea para la producción o para la comercialización; y que cada empresas, poseen su propia forma de almacenar las mercancías, en los almacenes.
7. La DGA, no exige a las empresas, un modo o método específico, para almacenar, ordenar y clasificar las mercancías. Su objetivo es cotejar los documentos, generados de los procesos de importación, exportación y comercialización de las mercancías (Entradas y Salidas).
8. La división de fiscalización tiene cuatro años para auditar las mercancías en las empresas a partir de la fecha en que ingresaron al país.

6.4 PROPUESTA A DESARROLLAR.

De acuerdo a la investigación realizada, sobre el proceso de fiscalización a posteriori; se fundamenta, la posibilidad de cambiar el método de almacenamiento de las mercancías; es decir de pasar de un método de almacenamiento, en base a DM (o póliza, manejado por la empresa), a un almacenamiento, en base a criterios de movimiento de las mercancías, que les permita una mejor eficiencia a la hora de realizar el picking.

La propuesta ira orientada, en una primera parte, sobre las alternativas de ubicación de las mercancías en el C.D. La empresa, posee tres bases, sobre la cual realizar la ubicación de las mercancías, estas son:

- Proveedores.
- Productos.
- Marcas.

Una vez determinada la base, para almacenar los productos en el C.D. La propuesta se enfoca en siete aspectos o áreas, especificando, para cada una, la información analizada:

1. Determinación de ubicación de los productos, utilizando la técnica del ABC (aplicación de la

⁴ El concepto de póliza, es utilizado actualmente solamente, para vehículos automotores

técnica de Pareto); para lo cual se analizó la siguiente información:

- a. Lista de los ítems, que utiliza la empresa.
 - b. Ventas del último año por ítems.
 - c. Lista de pesos y dimensiones por ítems.
 - d. Lista de productos frágiles (instrumentos de medición, calibradores, etc.).
 - e. Lista de productos complementarios.
 - f. Lista de proveedores y marcas que se poseen.
2. Manejo de estibas en el almacén. Analizándose la siguiente información:
- a. Tipo y número de racks.
 - b. Dimensiones cubicas de los racks.
 - c. Numero de huecos por racks.
 - d. Equipo disponible, para el manejo de mercancías.
3. Política de inventario. Analizándose la siguiente información:
- a. Visión de la empresa.
 - b. Costo unitario de almacenamiento.
 - c. Tiempos de entrega de los proveedores.
 - d. Política de compra y/o abastecimiento.
 - e. Costo financiero, para la compra de productos.
 - f. Periodo de créditos, proporcionados por los proveedores.
 - g. Costos de llevar el producto al almacén.
4. Rediseño de la distribución en planta. Analizándose la siguiente información.
- a. Planos de la bodega.
 - b. Rango de medidas de contenedores, que reciben y despachan.
 - c. Frecuencia de pedidos despachados y volúmenes, diarios.
 - d. Numero de operarios, que trabaja en el proceso de picking.
5. Codificación de estantes. Analizándose la siguiente información:
- a. Información, detallada que se almacena en el sistema: por producto, código, etc.
 - b. Procedimiento para la búsqueda de productos, en el sistema.
 - c. Necesidades de reportes, solicitados al almacenen.
 - d. Necesidades de informes o reportes pedidos por la DGA.
6. Presentación de propuesta de la gestión, en el almacén.
7. Elaboración de plan e implementación.

7 RESULTADOS

7.1 APLICACIÓN DE TÉCNICAS LOGÍSTICAS EN EL ALMACÉN.

OBJETIVOS DE LA PROPUESTA.

- Realizar una propuesta de Layout del centro de distribución (CD), para maximizar el área cuadrada y cubica.
- Establecer técnicas de almacenamiento, que permitan una mejor Utilización del espacio cubico de los racks, según las características de las mercancías.
- Desarrollo de plan de implementación.

PRIMERA ETAPA: DESARROLLO DE LA POLÍTICA DEL ALMACÉN.

Para que el almacén de una respuesta de servicio acorde a las necesidades de los clientes, y se pueda medir su desempeño, es importante la redacción de una política; su desarrollo debe estar a cargo de: las jefaturas de las secciones que tienen relación con el almacén, la gerencia general y Dirección.

1.1 Contenido de la Política.

- **Nivel de servicio:** Hay que tomar en cuenta, que todos los niveles de servicio repercuten o generan un costo de servicio, por lo que la empresa, debe de encontrar el equilibrio entre el nivel de servicio a dar, y los costos que pueda soportar.
 - **Se deben establecer los tiempos de respuesta de pedidos,** que están en función de los recursos disponibles (mano de obra, equipo, sistemas, etc); logrando establecer un tiempo desde que se recibe la requisición hasta ser enviada; con el objetivo de que los clientes estén informados y conocedores del nivel de servicio que se ofrece.
 - **Recepción de requisiciones:** Para poder cumplir con los tiempos de respuestas, es necesario que la recepción de las requisiciones sean normadas, con el objetivo de cuidar las necesidades de los clientes, para lo cual se debe:
 - **Establecer tiempos máximos de recepción de pedidos,** de tal forma que el proceso elaboración de pedido, tengas las mínimas correcciones.
 - **Estandarizar el proceso de atención del servicio de mercancías;** especificando, los responsables de: recepción de pedido, de revisión de solicitud, y revisión de la orden; así como la información contenida en el documento de elaboración de pedido.

- **Verificación de las mercancías:** Realizar una doble verificación en la salidas de las mercancías, con el objetivo de minimizar, los sobrantes y faltantes de las mismas. Quien realice el recuento, debe ser diferente a quien verifico por primera vez, y debe de colocar una firma, fecha y hora, de verificación y recuento, de modo que se genere un sentido de responsabilidad, y control, de quien no esté cumpliendo, con dicha disposición.
- **La revisión en las entradas debe de ser,** como hasta hoy el 100 %, y aprovechar dicha revisión, para colocar la nueva viñeta, que permitirá la trazabilidad de la mercancía en el almacén.
- **Conocer las expectativas y necesidades de los clientes:** Es necesario establecer los mecanismos, para explorar las expectativas y necesidades de los clientes internos o externos, con el objetivo de poder establecer relaciones de fidelidad, que ayude a la mejora continua (Kaizen⁵) del almacén.
- **Potenciar la motivación de los empleados del almacén:** Los empleados, son parte fundamental del desarrollo de toda empresa, por ello se deben de establecer los incentivos que ayuden a mejorar la productividad de los mismos, por ejemplo: promover la superación personal y profesional.

1.2 Difusión de la política: Socializar y concientizar a todos los empleados administrativos y operativos de la organización. Se deben realizar evaluaciones periódicas, para asegurar el cumplimiento, compromiso y mejora de dicha política.

SEGUNDA ETAPA: PROPUESTA DE LAYOUT PARA EL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN (CD).

Los objetivos de esta etapa son:

GENERAL.

Maximizar el espacio cubico utilizado, de forma que permita aprovechar la capacidad de almacenaje.

ESPECÍFICOS.

- A. Minimizar tiempos tardíos, en el proceso de almacenamiento, y preparación de pedidos.

⁵ Mejora continua (Deming)

- B. Facilitar el libre tránsito del monta carga eléctrico (stacker), por los pasillos del almacén, para una mejor manipulación de las mercancías.
- C. Establecer las áreas funcionales, con que contara el almacén.
- D. Proponer un método de codificación para los racks, y sus diferentes espacios.

2.1 Reubicación de estantes:

1. Trasladar el racks de mayor longitud (F), ubicado en el almacén uno, hacia la división de pared pre fabricada, entre el almacén uno y dos, colocándolo del lado del almacén uno.
2. En el almacén uno, dejar un espacio de 2.65 metros de pasillo; esto se lograra al unir los estantes GH, e IJ.
3. Los pasillos en el almacén dos, debe de ser de 2.65 metros; esto se alcanzara al desplazar los estantes al sur del segundo almacén.
4. Se recomienda seguir utilizando la misma orientación que actualmente tiene los racks.
5. Trasladar el estante de láminas (N), al lado del estante de tubos (O); desplazando el estante M hasta colocarlo unido al estante L

Lo anterior generaría más espacio de pasillo (2.65 metros por pasillos), que es lo que actualmente se necesita, para que el stacker, pueda manipular las diferentes mercancías. Esto se traducirá en una mejora de tiempo de respuesta, evitando así tiempos tardíos.

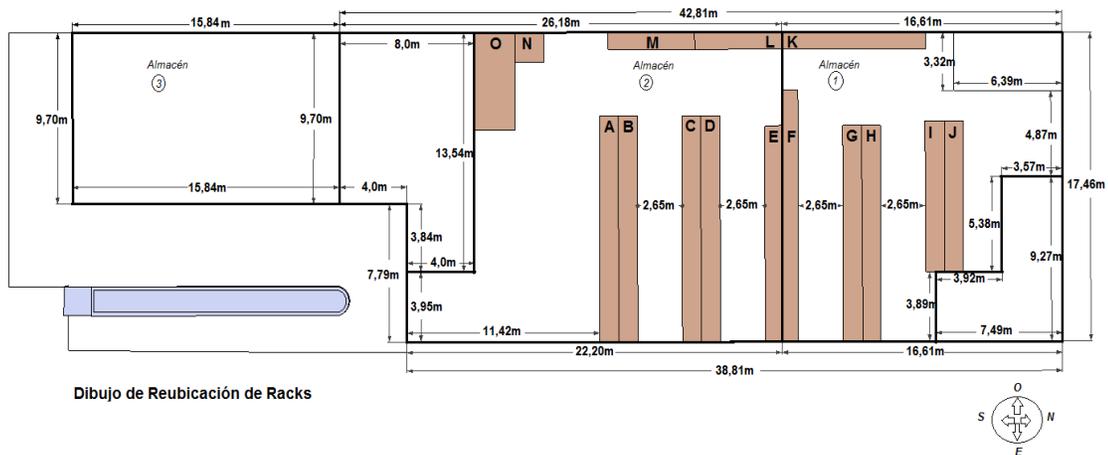


Fig. 1 En este dibujo, se muestra la propuesta de ubicación de los racks.

2.2 Construcción de mezzanine.

El área administrativa y al área de estadía de operarios del almacén, actualmente ocupa un área de piso, que puede ser liberada, con la construcción de un mezzanine; Esta técnica consiste en llevar las oficinas a una segunda planta, maximizando el espacio.

Mezzanine 1: Se destinara para las oficinas de estadía de los operarios, en el almacén uno; con esto se obtendrá una ganancia de área (68.17 metros) destinada, para preparación de pedido.

Mezzanine 2: Se destinara una parte, para las oficinas administrativas, y otra, para almacenamiento; con esto se obtendrá una ganancia de área (180.64), destinada para la recepción y revisión de mercancías.

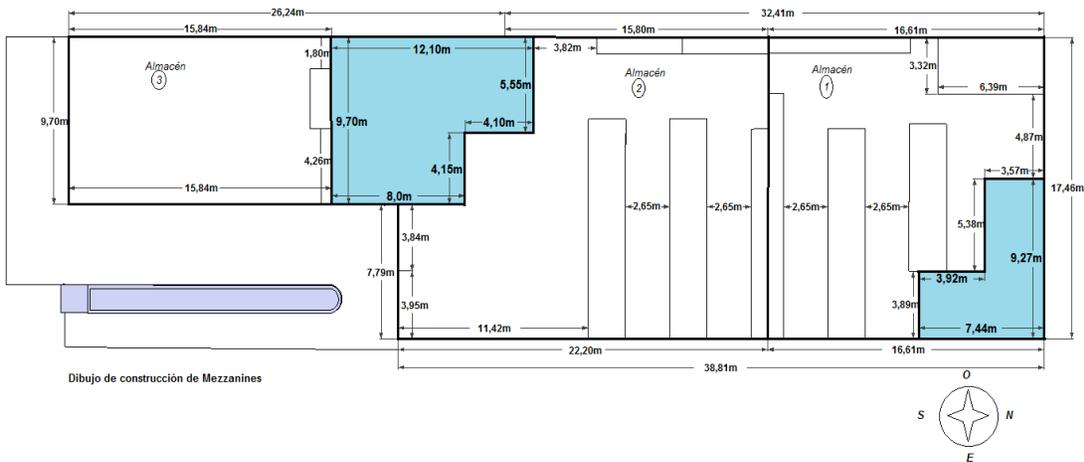


Fig. 2 Identificación de las áreas, para mezzanine.

2.3 Identificación de las áreas funcionales del almacén.

Para desarrollar las actividades correspondientes al almacén, se deben identificar las áreas funcionales, partiendo de las actividades y necesidades de éste. En DELPIN LOGISTICS, se han identificado las siguientes áreas funcionales y su respectiva ubicación:

1. **Área de recepción:** Está localizada entre el almacén dos y tres, en dicha área se deberán realizar las actividades siguientes:
 - Recepción de la mercancía y su debida documentación.
 - Revisión al 100% de los productos.
 - Colocación de viñeta a cada unidad de venta, previamente establecida.
 - Identificar la ubicación de cada mercancía y colocar en tarimas.
 - Transportar las tarimas al lugar previamente definido.

Con el objetivo de tener identificada la ubicación de las mercancías, mientras esta en el área de recepción, se debe señalar la superficie con líneas de color amarillo tráfico, de tal forma que ayude a la separación de las mercancías en cada etapa del

proceso. El área de recepción debe de ser más grande, que el área de despacho, por los volúmenes que se reciben, y las operaciones que en ella se realizan.

2. **Área de almacenamiento:** Delpin Logistic, posee tres almacenes; cuenta con 13 racks en el almacén uno y dos, el almacén tres se ha destinado, para mercancía pesada y de mayor volumen, como por ejemplo válvulas y bombas arriba de seis pulgadas; para las láminas y tubos se posee estantes especiales, que facilitan su manipulación.
3. **Área de despacho:** Esta área se ubica al final del almacén uno, con el objetivo de obtener un flujo de movimiento en una sola dirección, evitando así retrocesos; dicha área se aumentará, con la construcción del mezzanine. Se debe señalar la superficie con líneas de color amarillo tráfico, con el objetivo de identificar, separar y preparar los distintos pedidos.
4. **Área de carga y descarga:** El almacén cuenta con dos muelles secos, de los cuales se debe establecer uno, para recepción de mercancías, y el otro, para despacho de los pedidos. El muelle ubicado en el tercer almacén se destinara, para la recepción de las mercancías, y el ubicado en el almacén uno, para el despacho de los pedidos; lo anterior con el objetivo de generar un flujo de mercancía, en un solo sentido, evitando así cuellos de botellas. Para poder utilizar apropiadamente los muelles, de recepción y despacho, es necesario construir unas estructuras metálicas (rampas) (anexo 6), con el objetivo de poder utilizar cualquier tipo de transporte de la empresa en los muelles.
5. **Área de cargado de batería de montacargas:** Esta área está destinada, para cargar la batería del montacargas, por sus características necesita de una ubicación, que le permita cargar la batería durante la noche.
6. **Área de pasillo:** Esta área del almacén, es de gran importancia, que se encuentre libre y señalizada, para que el montacargas pueda circular libremente, accediendo fácilmente a cualquier mercancía. La distancia medida entre pasillo, para que circule el montacarga deberá ser de 2.65 mts.

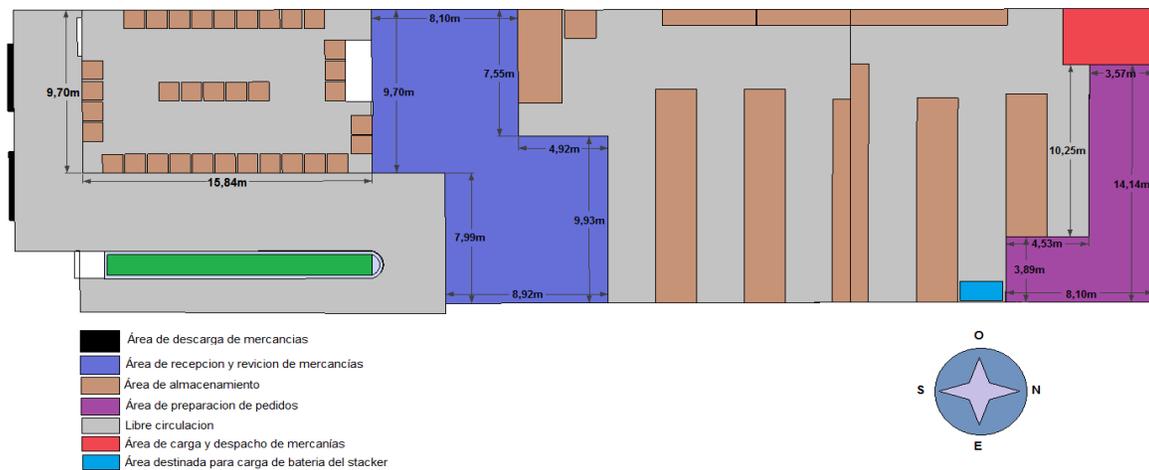


Fig. 3 Identificación de las áreas funcionales.

TERCERA ETAPA: GESTIÓN DEL ALMACÉN.

Los objetivos de ésta etapa son:

- Determinar las áreas de almacenamiento de las mercancías.
- Codificar los vacíos (hueco) de los racks, de forma matricial.
- Identificar técnicas que ayuden a la administración del almacén.

3.1 Establecimiento de áreas de productos en el almacén.

Es necesario que se identifiquen áreas específicas de productos, con el objetivo de maximizar el espacio cubico de los vacíos de los racks, y de optimizar los recursos del almacén.

Las áreas han sido identificadas, tomando en cuenta las siguientes características de los productos:

1. **Volumen**: Los productos que poseen volúmenes similares se deben clasificar en un mismo lugar. Esto con el objetivo de aprovechar el espacio cubico de los racks.
2. **Peso**: Hay que separar los productos con pesos grandes como por ejemplo las válvulas mayores a 6", de aquellos productos sumamente ligeros por ejemplo: solenoides, racores, codos etc.
3. **Productos frágiles**: Son aquellos productos, que por su naturaleza requieran de un cuidado especial, para evitar dañarlo por ejemplo: manómetros, termómetros, etc.
4. **Productos Empacados**: Son aquellos Productos, que por su naturaleza de venta, deben de empacarse en unidades específicas.

- **Área Unitarizada:** Destinada para aquellas piezas de bajo volumen, y que vienen en cajas pequeñas, tales como; racores, colas de garrobo codos etc. Por seguridad de manipulación, no se deben colocar individualmente en tarimas. El objetivo, es que se diseñen cajas de madera, a las dimensiones del vacío (hueco) (2.45 / 2.75 x 0.97x 1.10 mts.), y colocar en ellas los productos predeterminados; de tal forma que el montacargas fácilmente manipule las mercancías.
- **Área de Entarimado:** Determinada, para los productos que vienen en cajas medianas, y que se puedan estibar sin problemas de caerse en el momento de la manipulación con el montacargas. Para lo anterior se debe de aplicar diferentes técnicas de estiba, o flejes, para asegurar el producto. Lo anterior permitirá, que en un mismo hueco, pueda haber más de un tipo de familia o marca, previamente identificada (por ejemplo mindman, genebre, etc.)
- **Área de almacenaje de empacados:** Se debe clasificar los productos, que necesitan un pre empacado, según la unidad específica de ventas, ya sea, por: protección, por conveniencia de venta, o por control de inventario.
- **Área de equipo pesado:** El almacén tres se destinara, para todos aquellos productos sumamente pesados, y de gran volumen, por ejemplo: válvulas, bridas, curvas, codos, etc.
- **Áreas de láminas y tubos:** Actualmente la empresa ya cuenta identificada, dicha área; y posee estantes especiales, para ello. Se recomienda seguir utilizando dicha área.
- **Área de producto frágil:** Para todos aquellos productos, que por su naturaleza requieran de cierta atención de manipulación, como de extravío, por ejemplo: manómetros, termómetros, solenoides, etc. Ésta área deberá ser un lugar restringido.

Una vez identificadas las áreas, se debe de seleccionar los productos por familias, previamente definidas por la empresa.

3.2 Codificación de Racks.

Los huecos de los racks deberán ser codificados, para identificar la ubicación exacta de cualquier mercancía dentro del almacén. La empresa también utiliza áreas de

almacenamiento al piso, las cuales también debe de ser codificada su posición. Los racks se codificarán utilizando las letras del alfabeto, quedando distribuidos de la siguiente manera.

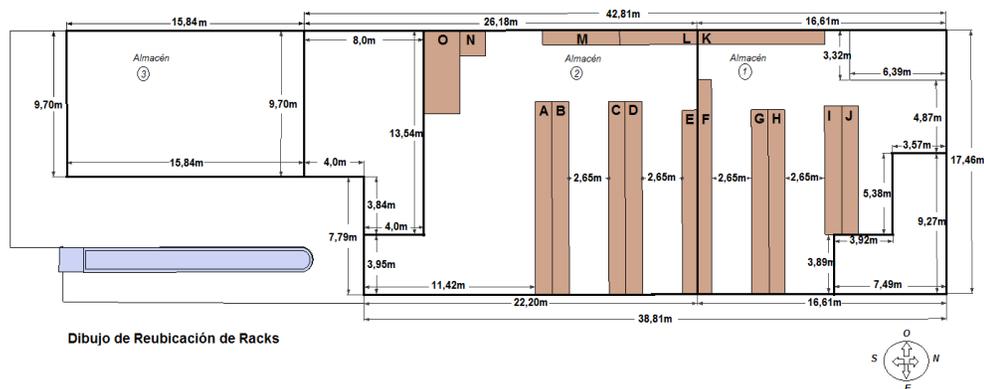


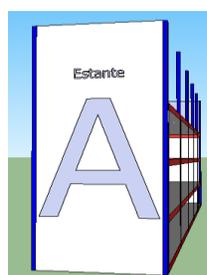
Fig. 4 Codificación y ubicación de los racks

3.2 Método de codificación de estantes.

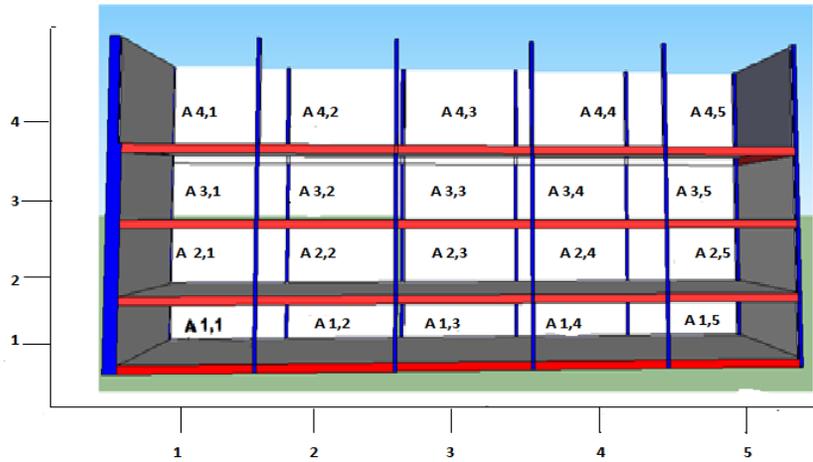
Esto servirá para poder tener una identificación exacta de las posiciones de los productos.

La codificación se hará de la siguiente forma:

1. Se codificarán todos los estantes con una letra correlativa (A, B, C, D).



2. Se colocarán en cada hueco dos números que identificarán la posición.
 - a) El primer número indicará la posición horizontal del hueco dentro del rack.
 - b) El siguiente número indicará la altura del hueco en el estante.



3.3. Proceso del Almacén.

En la figura 5, se presenta el proceso del flujo de las mercancías del centro de distribución, detallándose, las funciones de cada una de las áreas.

7.2 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN.

Para desarrollar e implementar la propuesta de mejora del Centro de Distribución (CD) de DELPIN LOGISTICS S.A de C.V, es necesario basarse en un plan de implementación, el cual describa de forma detallada: las actividades, procedimientos, alcances, la planificación, y análisis de los riesgos que pueden surgir y provocar desviaciones en los objetivos del proyecto (implementación de la mejora).

El plan de implementación, se desarrolla utilizando la técnica: Plan Del Proyecto 6 (PP). Apoyándose en una serie de herramientas, que ayudan a la planificación, dirección y control de un proyecto:

- **Matriz de diseño del proyecto:** Esta herramienta sirve para poder plasmar los objetivos y establecer indicadores del proyecto; así como determinar la dirección del mismo, establecer los límites hasta los cuales se llegara, ayudando a controlar cualquier desviación del proyecto.
- **Hipótesis:** Supuestos bajo los cuales, se desarrolla el proyecto (implementación de la propuesta desarrollada).
- **Alcance:** En este apartado se describe los productos que se obtendrán al final del

⁶ Es el documento, en el que deben estar incluida las acciones a desarrollar, al echar andar un proyecto (El arte de dirigir proyectos; Ángel Díaz Martín, segunda edición).

proyecto; identificándose las grandes áreas o paquetes de trabajo; para lo cual se utiliza las herramientas: **Estructura de desagregación del proyecto:** Este mecanismo ayuda a tener una visión de las áreas o macros paquetes de trabajo a desarrollar en el proyecto, y facilitar el control del mismo; lo que permite establecer grupos de trabajos, de los cuales se puede identificar las actividades a desarrollar; que son el insumo, para el diagrama de actividades.

- **Diagrama de Actividades:** Está conformado, por todas las actividades que se desarrolla en el proyecto; ordenadas con una secuencia lógica, que sirve para la ejecución efectiva del mismo. Es un una técnica que su función principal es detallar las actividades con el tiempo de duración de cada uno de ellas.

1. MATRIZ DE DISEÑO DEL PROYECTO.

Nombre del Proyecto: Implementación de la propuesta de mejora en los procesos de Delpin Logistics.

En la figura 6, se muestra la matriz del diseño del proyecto.

Figura. 5

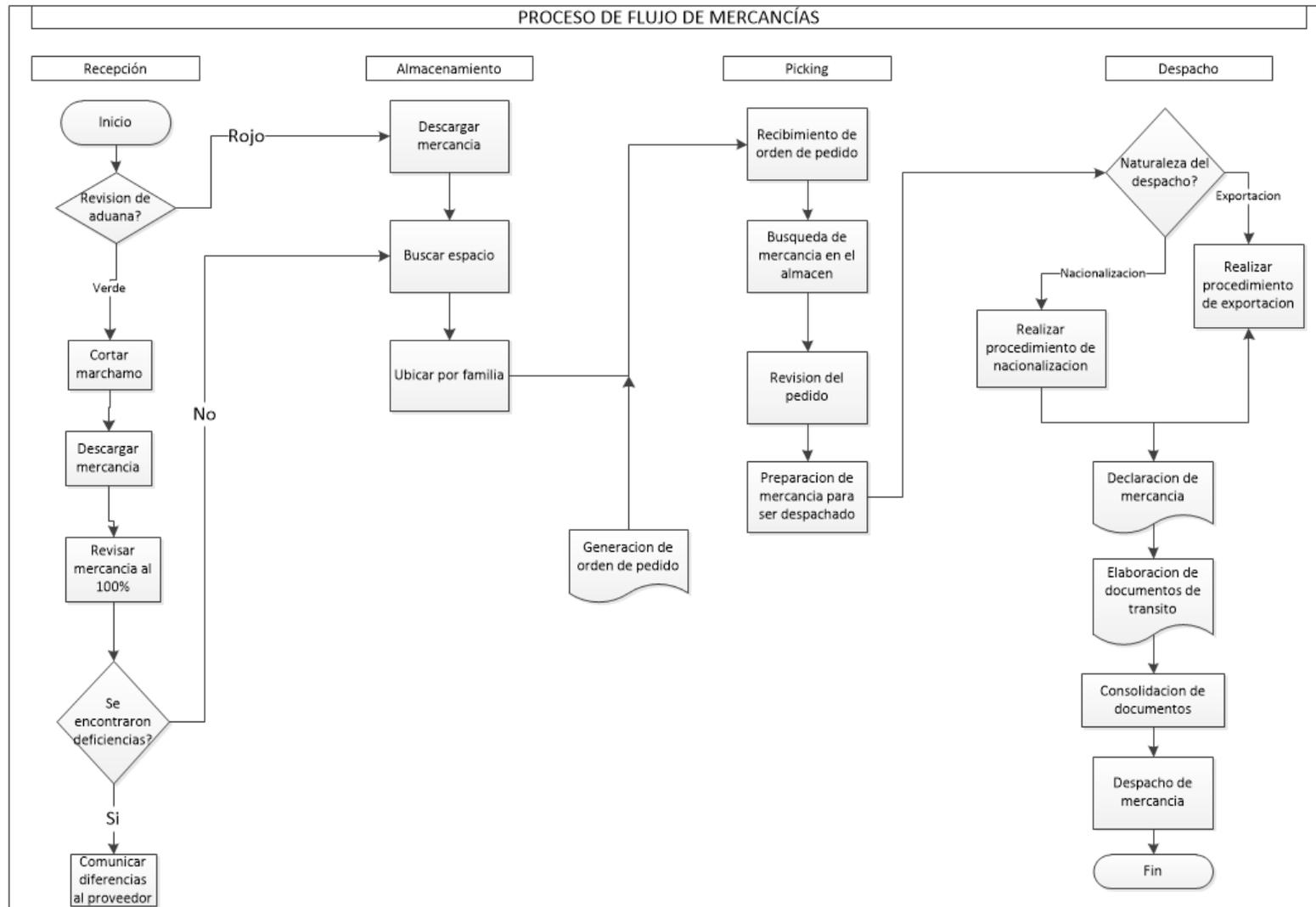


Figura 6.

	Descripción	Indicadores	Medios Verificables	Supuestos Importantes
Objetivo global	<ul style="list-style-type: none"> -Implementar la propuesta del Layout en el CD para mejorar el flujo de materiales y bajar tiempos de recorrido. -Desarrollar e implementar un sistema de trazabilidad a través de un software -Aumentar el área de recepción. -Establecer los parámetros para elaborar las políticas. 	<p>Porcentaje de avance de las actividades planificadas: semanas transcurridas para redistribución / semanas proyectadas para distribución * 100</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Pasillos vacíos de mercancías. -Fácil desplazamiento del stacker. -Número de pedidos despachados por día 	<ul style="list-style-type: none"> -La empresa está disponible a invertir en la propuesta
Propósito del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> -Maximizar el espacio cubico que permitirá una mayor capacidad de almacenamiento. 	<p>Identificación de las áreas del almacén.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Huecos utilizados a su máxima capacidad 	<ul style="list-style-type: none"> -Implementación de los métodos planteados

	Descripción	Indicadores	Medios Verificables	Supuestos Importantes
Resultado	<ul style="list-style-type: none"> -Reordenamiento de acuerdo al nuevo Layout. -Construcción del mezzanine -Mayor productividad en las operaciones del CD. -Mayor capacidad de almacenaje. -Desarrollo e implementación de software 	<p>Tiempo de ejecución del proyecto: Numero de semanas transcurridas/ número de semanas proyectadas * 100</p>	<ul style="list-style-type: none"> -aprovechamiento del espacio cubico en áreas funcionales. - Reducción de los tiempos en el proceso de picking - Reducción de los costos de almacenaje por metro cuadrado. 	<ul style="list-style-type: none"> -Mezzanine construido. -Software desarrollsdo.

3. Hipótesis:

Las situaciones que se esperan suceda, para desarrollar la propuesta son:

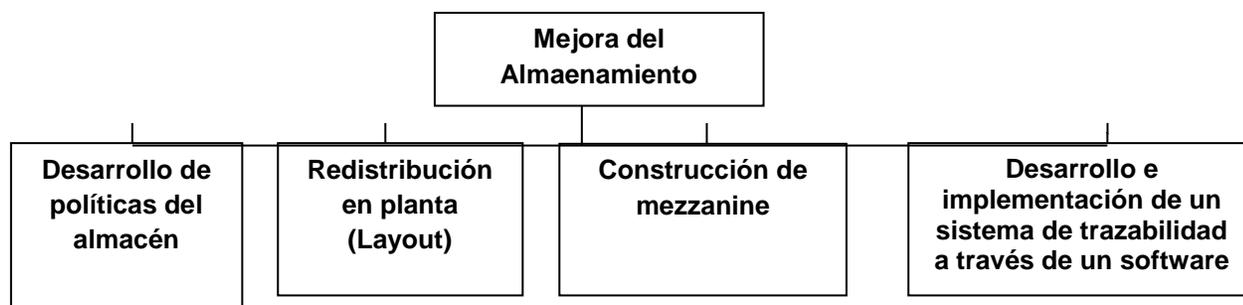
- El almacén se dejara de ordenar en base a la póliza, y se ordenara sobre la base de productos.
- Existe un interés por parte de la gerencia, en desarrollar la propuesta.
- Se realizara una alianza con ITCA- FEPADE, para el desarrollo del software recomendado en la propuesta, que ayudara a la administración de ubicaciones del almacén.

4. Alcance.

Los productos esperados al final del proyecto son:

- Construcción de dos mezzanine.
- Redistribución en planta.
- Implementación método de almacenaje
- Determinación de la política del almacén.
- Codificación de estantes o racks
- Áreas específicas de los productos.

En la siguiente estructura de segregación, se muestra los paquetes de trabajos que abarca la implementación, y los sub paquetes, necesarias, para su ejecución.



Descripción de los paquetes de la estructura de desagregación:

- **Desarrollo de la política administrativa del almacén:** en este paquete de trabajo, se harán todas las actividades encaminadas, a redactar, evaluar y concretizar una política de servicio del almacén, según la propuesta.

- **Redistribución en planta (Layout):** Abarca las actividades a desarrollar, para realizar la redistribución de la planta, con el objetivo de identificar y hacer funcionar las áreas del almacén.
- **Construcción del mezzanine:** Este paquete de trabajo abarca, las acciones que debe realizar la empresa, para lograr la construcción de los mezzanines propuestos.
- **Desarrollo e implementación de un sistema de trazabilidad a través de un software:** Este paquete contiene las acciones a desarrollar, para implementar la gestión propuesta en el almacén, se considera, el desarrollo del sistema informático que ayudara a la administración de ubicaciones de las mercancías..

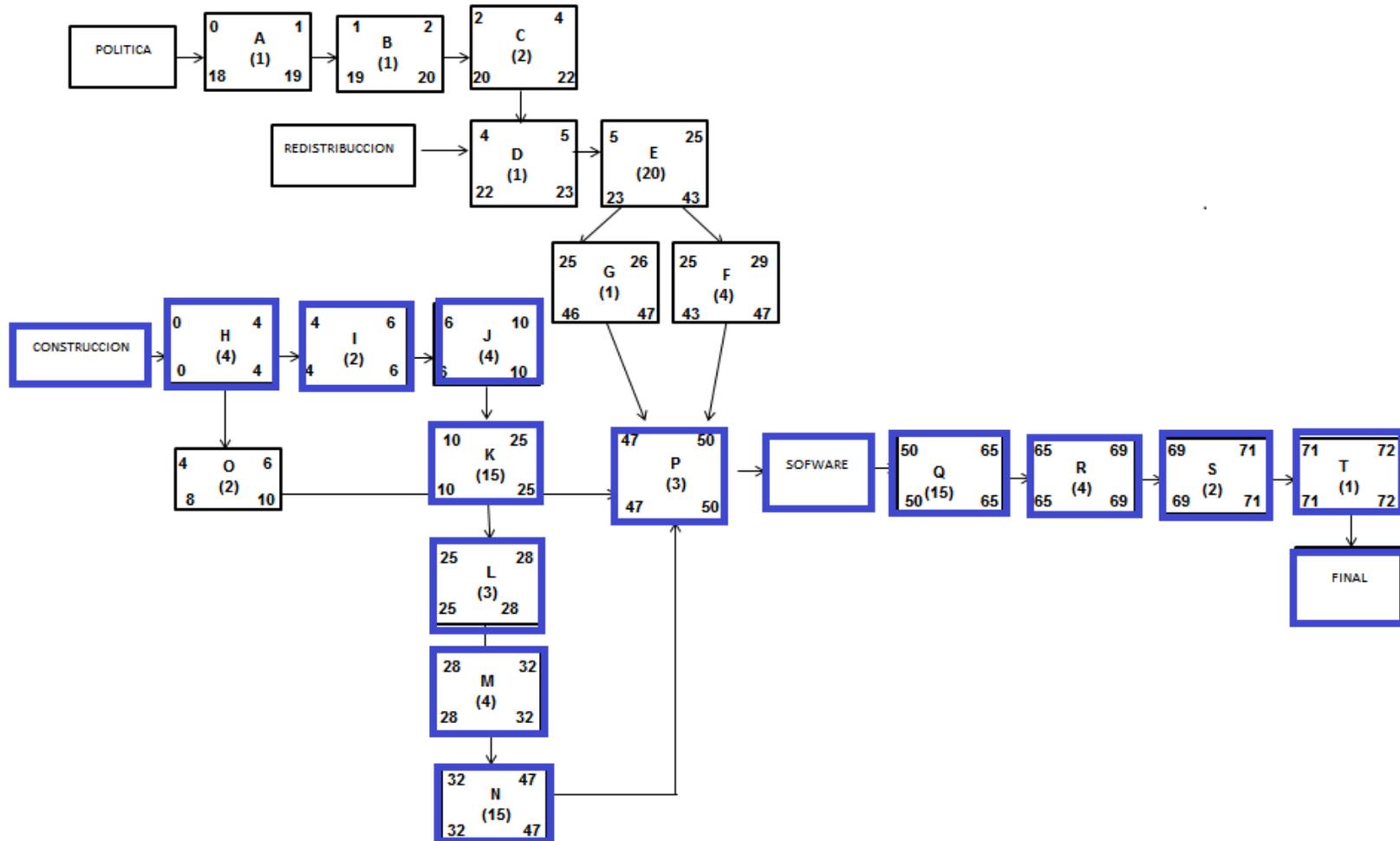
4. Diagrama de Actividades.

La planificación se realiza, en función de las actividades a desarrollar en cada uno de los paquetes de trabajo: como se relacionan cada una de ellas, sus respectivos tiempos de duración; Así mismo se determina la ruta crítica del proyecto, constituidas por todas las actividades que no tienen holgura para su ejecución.

ACTIVIDADES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA EN EL CD DE DELPIN LOGISTIC´S				
	Duración (Sem.)	Codificación	Condiciona "A"	Condicionada "por"
Desarrollo de la Políticas del centro de distribución.				
1. Reunión de la alta gerencia.	1	A	B	INICIO
2. Reunión con todas las áreas de la empresa.	1	B	C	A
3. Redacción de políticas del almacén.	2	C	D	B
Redistribución del Centro de Distribución.				
1. Organizar y capacitar al equipo de trabajo sobre la implementación de la redistribución en planta y recibir los suministros	1	D	E	C
2. Ubicar los racks del centro de distribución según nuevo layout.	20	E	F,G	D
3. Colocar las mercancías en los estantes.	4	F	P	E
4. Codificación de racks.	1	G	P	E
Construcción del Mezzanine y Rampas				
5. Diseño del plano del mezzanine.	4	H	I, O	INICIO
6. Cotizaciones de empresa constructoras.	2	I	J	H
7. Adquisición de suministro, para la construcción.	4	J	K	I
8. Construcción del mezzanine, de oficina de empleados.	15	K	L	J
9. Desocupar las oficinas que se encuentran en la bodega 2 y 3. (oficinas administrativas) y desmontado(demolición) de la misma	3	L	M	K
10. Construcción del mezzanine (del área administrativa).	4	M	N	L
11. Reubicar los equipos y herramientas dentro de la oficina.	15	N	P	M

12.	Construcción de las rampas	2	O	P	H
13.	Fijar las área funcionales de la empresa de acuerdo a la propuesta	3	P	Q	G,F, N,O
Desarrollo e implementación de un sistema de trazabilidad.					
14.	Desarrollo del software de trazabilidad.	15	Q	R	P
15.	El establecimiento (entarimado) de las mercancías en las áreas.	5	R	S	Q
16.	Instalación del software en las computadoras de la empresa e instalar cualquier equipo necesarios (Antenas de radio frecuencia)y realizar el vaciado de información de los códigos a dicho software.	4	S	T	R
17.	formar y capacitar al personal sobre la utilización de las herramientas informáticas.	2	T	FINAL	S

RED DEL PROYECTO.



DURACIÓN DEL PROYECTO.

Según las proyecciones planteadas el proyecto se llevara a cabo en 72 semanas, realizándose en dos etapas: “El reordenamiento y establecimientos de áreas funcionales en el CD” esta se culminara en 50 semanas y la segunda “La implementación del software de trazabilidad” esta se prevé terminarla en 22 semanas ya que es necesario terminar la primera etapa para poder implementar este software.

5. Determinación de los recursos, para la implementación:

Los recurso, se han determinado en función de los paquetes de trabajo a desarrollar; no se ha determinado la cuantificación de los mismos; debido a que las inversiones más grandes, que son: la construcción del mezzanine, y el desarrollo del software, están en función, uno de los mismos recursos de la empresa, y dos, por la alianza con otra institución (ITCA - FEPADE)

Nº	Actividad	Recurso económico
1.	Redistribución en planta	Personal del C.D.
2.	Adquisición de suministro	Tarimas, sueldo de trabajadores.
3.	Desarrollo de implementación de un sistema de trazabilidad.	Compra de equipo como: helphands, antenas de radio frecuencia, desarrollo de software.
4.	Construcción de mezzanine.	Diseño de mezzanine, suministro para la construcción.

8 CONCLUSIONES

- Con la propuesta se recupera un área total de: 248.81 metros cuadrados, que conociendo el costo por metro cuadrado mensual, se puede determinar el ahorro mensual, que se genera.
- Se destina un área específica de 157.89 metro cuadrado para la recepción y revisión de pedido, área que actualmente no se posee identificada. (Almacén 2).
- Se destina un área específica de 68.17 metro cuadrado, para la revisión y despacho de los pedidos. (Almacén 1).

- Actualmente Delpin Logistic, cuenta con más de 9,000 ítems, que debe administrar en su almacén; Si se analiza la situación de los operarios encargados de la ubicación y preparación de los pedidos, éstos invierten mucho más tiempo, en la localización de de los más de 9,000 ítems, que rotan en el C.D; por no contar con tecnología que le ayude al proceso de picking.
- El 100% de los productos que comercializa la empresa, son importados, de diferentes países, por lo que cuenta con una variedad de proveedores, quienes identifican a sus productos con códigos específicos, propios de cada empresa. A Delpin Logistic, se le une una variedad de códigos, que deben de unificarse internamente; es decir transformar el código de los proveedores, a un código común interno. La aplicación de código de barra, apoyaría en gran medida a dicha operación.
- La empresa posee el sistema SAP, que le ayuda a la administración del inventario, pero no, a la administración de la ubicación de las mercancías en el almacén, por lo que se necesita un sistema alternativo que identifique la posición de un producto determinado en el almacén.
- De acuerdo a los señalamientos anteriores, se recomienda un sistema, que incorpore la aplicación de tecnología de comunicación, como los sistemas operativos hand-help, que facilite la información de datos, el almacenamiento y preparación de pedidos en el almacén.

9 RECOMENDACIONES.

- ❖ Dentro de las familias, que se han conformado en la propuesta, se deben de colocar los artículos más voluminosos y pesados en la parte inferior de los racks, para facilitar el manejo, evitar daños y accidentes.
- ❖ Se debe de emplear métodos de estibados, que permita mejorar la fijación de la mercancía, y evitar deslizamiento de las mismas; así como flejes, que permite darle una mejor seguridad y estabilidad a la mercancía (anexo 7).

- ❖ Para el almacenamiento de los tubos largos, se debe de utilizar estante en forma de V, con ello facilitaría la manipulación de las mercancías.
- ❖ Se sugiere aplicar el principio de la técnica ABC, para determinar la ubicación de las familias, dentro de las áreas determinadas, según el movimiento de ventas de las mismas.
 - **Clasificación A:** Conformado por todos los productos, que generan una mayor venta, los cuales se colocarán en los racks más cerca de la zona de preparación de pedido. Estos productos están compuesto por las familias, que en conjunto poseen una venta mayor del 41%⁷. Que para el caso de DELPIN LOGISTICS, lo constituye la familia de **accesorios Neumáticos**.
 - **Clasificación B:** Son todos los productos restantes del 41%, excepto las bombas, válvulas, tubos, instrumentos de medición y láminas, ya que éstos poseen una ubicación predeterminada.
 - **Clasificación C:** son aquellos productos, que casi, no se mueven.
- ❖ La construcción del mezzanine, puede ser diseñada y construida, por la misma empresa, ya que tiene la experiencia, y el personal, para realizar este tipo de proyectos.

10 GLOSARIO

CAUCA: Código Aduanero uniforme centroamericano.

Centro de Distribución (C.D.): A diferencia de la bodega (concepto del pasado), se mueve primero información y después cajas; en él se realiza el almacenamiento y manejo del inventario, producido y/o comprado.

Embalaje: Es el objeto destinado a envolver o a contener, temporalmente, a un producto o conjunto de producto durante su manipulación, su transporte, su almacenamiento o su presentación para la venta, con miras a protegerlo y facilitar estas operaciones.

⁷ Según análisis de datos proporcionados, por DELPIN LOGISTIC de ventas de Enero a Julio 2013.

Empaque: Es la caja de cartón, la paca, el tambor, etc., que sirve para proteger y conservar la mercancía, desde el punto de origen hasta el destino final.

Estiba: Comprende las operaciones de movilización y adecuada distribución de la carga dentro de las bodegas.

Exportación: Operación que supone la salida de mercancía de un territorio aduanero y que produce como contrapartida una entrada de divisa.

Fiscalización a Posteriori: Constituye la última etapa de la administración aduanera; y es una herramienta fundamental para recuperar los derechos e impuestos dejados de percibir por el estado y a la vez contrarrestar la evasión y/o elusión fiscal.

Gestión de almacén: concierne a todo lo relativo a los flujos físicos de los artículos en almacén: direcciones físicas de almacenamiento, preparación de pedidos, etc.

Importación: Es una operación, por la que un producto de origen y procedencia extranjera se dedica al consumo interior de un territorio aduanero, previo pago de los derechos de aduana, de los impuestos sobre la cifra de negocio y del pago de divisas extranjeras o en divisas nacionales transferibles.

Importar: Acto de comercio que consiste en introducir mercancía extranjera aun país con el propósito de comercializarlas y obtener lucro.

Inventario: operación que permite conocer exactamente el número de artículo que hay en el almacén. Además, esta operación puede también terminar los emplazamientos de los artículos.

Ítem / Artículo: Cualquier parte única manufacturada o comprada.

Layout: Plano de distribución.

Manejo de la carga: Es la operación que sigue a la estiba y desestiba y como complemento de ésta, para efectuar totalmente el cargue o descargue de la mercancía.

Mercancía: Es todo elemento, artículo o bien económico, que se produce y ofrece en un mercado.

Mezzanine: Plataforma al interior de un piso entre el suelo y el techo cercano que esta elevada a una altura que permite el movimiento de personas abajo y en el entresuelo.

Muelle de carga y descarga: Equipamiento construido en almacenes y centros de distribución, para facilitar la carga y descarga de vehículos y el acceso de las mercancías a la zona de almacenamiento

Pedido / ordenes: Una o más líneas que van hacia un cliente o destino específico.

Picking. Proceso de preparación de pedido. Gracias a él, las empresas agrupan en un conjunto de unidades de embalaje los requerimientos de productos, que los clientes efectúan a través de red comercial, para que el sistema de distribución físico, sea capaz de entregarlo al usuario o punto de venta.

Política Arancelaria: Normas que rigen en materia de impuesto a la importación y exportación de mercancías.

Póliza: Libranza o instrumento en el que se da orden para recibir o cobrar algún dinero.

Racks / estante: Dispositivo de almacenaje para manipular material en estibas.

RECAUCA: Reglamento del código aduanero uniforme centroamericano.

Recepción: Función que abarca todo el recibo físico del material y la inspección del envío en conformidad con la orden de compra (cantidad y daños) además, la cantidad y entrega al destinatario y la preparación del reporte de recibo.

Régimen Aduanero: Tratamiento aplicable a las mercancías sometidas al control de la aduana, de acuerdo con la ley de reglamentos aduaneros, según naturaleza y objetivos de la operación.

Unitarización: La consolidación de un determinado número de ítem individuales en una gran unidad de embarque, para su más fácil manipulación.

Zona Franca: Establecimiento público con autonomía administrativa, exento del pago de impuesto y cuyo objetivo es prestar un servicio público sin ánimo de lucro, autorizado para recibir mercancía en tránsito o de importación.

11 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SISTEMAS DE ALMACENAJE Y PICKING

MIKEL MAULEÓN TORRES

EDITORIAL DÍAZ DE SANTOS, S.A., MADRID 2003

ALMACENAMIENTO DE MATERIALES

MARIANO PÉREZ HERRERO

MARGE BOOKS, ESPAÑA 2006

OPERACIONES DE ALMACENAJE

RODRIGO LÓPEZ FERNÁNDEZ

THOMSON EDITORES, ESPAÑA 2006

DICCIONARIO DE LOGÍSTICA Y NEGOCIOS INTERNACIONALES

RUBÉN DARÍO MUÑOZ Z.

ECOE EDITORES, BOGOTÁ 2009

DICCIONARIO DE LOGÍSTICA

DAVID SOLER

MARGE BOOKS, ESPAÑA 2009

PROCESO DE FISCALIZACIÓN A POSTERIORI.

MINISTERIO DE HACIENDA, DIRECCIÓN GENERAL DE ADUANA, DIVISIÓN DE FISCALIZACIÓN.

EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA 2011

GESTIÓN DE LOGÍSTICA INTEGRAL

MORA GARCÍA LUIS ANÍBAL

EDIT, ECOE EDICIONES, COLOMBIA, 2008,

12 ANEXOS

Anexo 1.



Escuela Especializada en Ingeniería ITCA- FEPADE Escuela de Logística Global.

Entrevista Dirigida a DELPING LOGISTIC.

- ¿Cuánto tiempo tiene su empresa de existir?
- ¿Cuál es su Misión y Visión?
- ¿Qué materiales o mercancías almacenan?
- ¿Qué equipo o maquinaria utiliza para la manipulación de mercancías?
- ¿Cuál es la cantidad promedio de almacenaje?
- ¿Cuál es el área del centro de almacenamiento?
- ¿Qué tipo de estante utiliza?
- ¿Qué software utiliza en su almacén?
- ¿Cuántos picking o pedidos despachan por día?
- ¿Qué tipo de indicadores utilizan para medir su productividad?
- ¿Qué normas de seguridad se establecen e el almacén?
- ¿Con cuántos empleados cuenta su almacén?
- ¿Qué métodos o técnicas utilizan para almacenar su mercancía, ABC, otros'
- ¿Cómo han codificado sus estanterías?
- ¿Qué áreas o departamentos posee su almacén?
- ¿Cuál es el control que se hace a la hora de recibir las mercancías?
- ¿Sacan una muestra o revisan todos los productos?
- ¿Qué normas utiliza para el control de la calidad?
- ¿Qué criterios evalúan en las mercancías?
- ¿Qué proceso se siguen cuando se rechazan las mercancías?
- ¿Qué material utilizan para el embalaje?.
- ¿Qué tipo de outsourcing utiliza?

Check List Dirigido a empresa DELPING LOGISTICS.

Preguntas	Si	No
- Realiza crossdocking		
- Ventilación adecuada		
- Iluminación adecuada		
- Existe señalización		
- Almacena al piso		
- Toman en cuenta medidas de seguridad industrial (cascos, guantes, chalecos, lentes. Etc.)		
- Cuenta con salidas de emergencias		
- Existe estantería automatizada		
- Posee un layuot		
- Existe la paletización+ en el despacho		
- Utiliza outsourcing		

ANEXO 2.

Equipo, para el traslado de los productos en el C.D.



ANEXO 3

Identificación del número de póliza.



ANEXO 4.

Estudio del proceso de PICKING.

ANÁLISIS DEL PROCESO DE PICKING EN DELPIN LOGISTICS											
PROCESO: PREPARACIÓN Y CARGA DE PEDIDOS EMPRESA: DELPIN LOGISTICS S.A DE C.V DEPARTAMENTO: Proyecto de Investigación REGISTRADO POR: Denis Adonay REVISADO POR: Ana Cecilia Álvarez de Ventura IDENTIFICACIÓN DE ORDEN: Orden No. 112 , 47 ítems FECHA: Septiembre 2013 HOJA: 1				ACTIVIDAD		ACTUAL		PRESUPUESTO		EVALUACION	
						Nº	TIEMPO	Nº	TIEMPO	El proceso dura aproximadamente 7 horas	
		O	D	→	□	▽	▽				
				OPERACIÓN							
				TRANSPORTE							
				DEMORA							
				INSPECCIÓN							
				OP COMBINADA							
				ALMACENAJE							
				ALM. TEMPORAL							
Nº	DESCRIPCIÓN	O	D	→	□	▽	▽	DISTANCIA (mts)	CANTIDAD	TIEMPO (minutos)	OBSERVACIONES
1	Recepción de la orden de pedido	O									
2	Búsqueda de los ítems según póliza	→								120	un empleado
3	Trasladar la mercancía a la zona de preparación	D								30	
4	Revisión de las mercancías según orden de la lista de pedido	□								60	
5	Espera ultima revisión	▽								60	
6	Ultima revisión de la mercancía	▽					13			48	
7	Ubicar mercancías posterior a la revisión de acuerdo a los cambios en la orden	→								9	4 ítems se cancelaron
8	Preparación de bultos	D					13			30	
9	Espera orden de liberación	▽								60	
10	Carga de mercancías en el transporte	▽					47			60	

Fase	Nombre	Tiempo promedio (%)
1	Recepción del pedido	5%
2	Recorridos (buscar los productos)	65%
3	Extracción	15%
4	Acondicionar(revisar y empaçar)	15 %

TOMA DE TIEMPOS DE LAS ACTIVIDADES EN DELPIN LOGISTICS											
FECHA	ACTIVIDAD	EMPLEADO	ORDEN	N° DE BULTOS	N° DE ITEMS	TIEMPOS				T. T (min.)	
						INICIA	SUSPENDE	REANUDA	FINALIZO		
17/07/2013	Descarga de mercancías	Trabajador 1				08:00am			08:25am	25	
		Trabajador 2		3 pallet		08:00am			08:25am		
	Carga de mercancías para honduras	Trabajador 1	HND.			68	08:42am			08:49am	7
		Trabajador 2		19 bultos		08:42am			08:49am	7	
	Revisión final previo a despacho	Trabajador 3	116	8bultos	34	08:49am			09:39am	48	
	limpieza en el almacén	Trabajador 1					08:59am	09:30am	09:43am		99
								10:06am	10:10am		
								10:32am	10:35am		
								10:44am	11:13am	11:27am	
	Apoyo a ingeniera de honduras	Trabajador 1					09:30am	09:43am	10:07am		47
								10:10am	10:31am		
								10:35am	10:45am		
								11:13am			
										11:13am	

Anexo 5

TOMA DE TIEMPOS DE LAS ACTIVIDADES EN DELPIN LOGISTICS											
FECHA	ACTIVIDAD	EMPLEADO	ORDEN	N° DE BULTOS	N° DE ITEMS	TIEMPOS				T. T (min.)	
						INICIA	SUSPENDE	REANUDA	FINALIZO		
17/07/2013	Carga de mercancías para indelpin	Trabajador 3	116	8 bultos	34	09:44am			09:57am	13	
		Trabajador 1				09:44am			09:57am		
	Reubicación de mercancías	Trabajador 2				09:02 a.m.			10:48am	106	
	Dejar el camión en aduna	Trabajador 3			10	10:00am			10:11am	11	
	preparación de pedidos	Trabajador 3	urgente	20		10:16am			11:33am	77	
	Apoyo con stacker	Trabajador 2	urgente	20		11:00am			12:00am	60	
	preparación de pedidos	Trabajador 1	urgente	20	10	11:34am			12:00am	36	
	flegear pallet y colocar mercadería en rack	Trabajador 2		1 pallet	12 cajas	01:00pm	03:32pm				
	entarimar en rack				21 cajas	01:35pm			01:51am	16	
	apoyo administrativo	Trabajador 1				01:00pm			02:55pm		
	revisión de mercancías	Trabajador 1	urgente			13	02:56pm			03:50pm	94
	ultima revisión	Trabajador 2	urgente			13	03:55pm			04:45pm	70
	carga de mercadería	Trabajador 3	urgente			13	04:00pm			04:50pm	50
Trabajador 1		04:00pm							04:50pm		

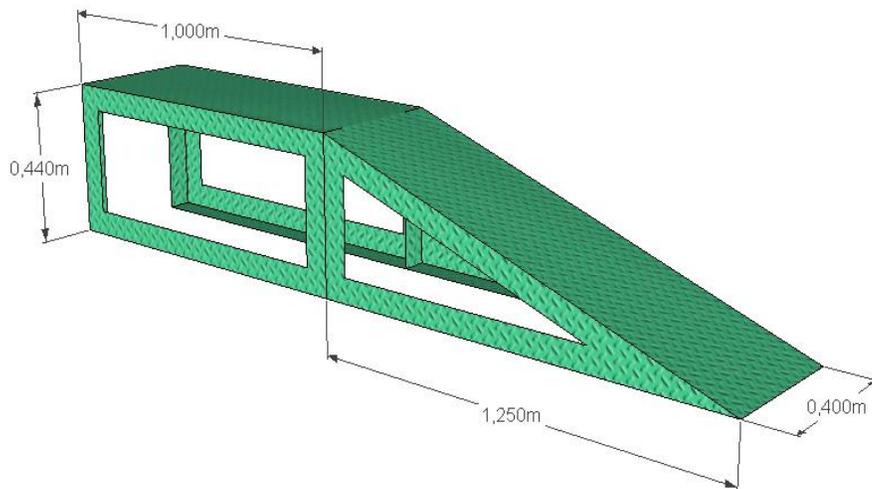
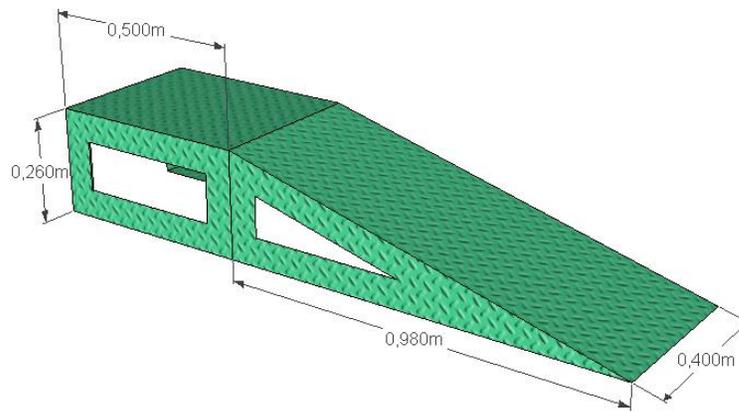
TOMA DE TIEMPOS DE LAS ACTIVIDADES EN DELPIN LOGISTICS											
FECHA	ACTIVIDAD	EMPLEADO	ORDEN	N° DE BULTOS	N° DE ITEMS	TIEMPOS					
						INICIA	SUSPENDE	REANUDA	FINALIZO	T. T (min.)	
18/07/2013	limpieza en el almacén	Trabajador 1				08:00am			08:41aqm	41	
	Ubicar mercancía de ebro	Trabajador 2				08:10am			08:35am	25	
	preparación de pedido para indelpin	Trabajador 2	117.118			70	08:40am			11:20am	160
		Trabajador 1					09:01am			11:20am	
	buscar ítems	Trabajador 1		20 bultos			11:21am	12:00md	01:40pm	02:14pm	73
		Trabajador 3					01:41pm			03:20pm	79
	Dejar el camión en aduna	Trabajador 3					08:10am			089:30am	20
	Dejar mercadería en Delpin Logísticas	Trabajador 3					09:05am			12:15md	190
	subir mercadería de midman a racks	Trabajador 1			18 cajas		08:50am			09:00am	10
	Abrir espacio y practica con stacker	Trabajador 2					11:35am	12:20md	01:00pm	02:20pm	65
		Trabajador 3					01:00am			01:40pm	40
	Flegear pallet	Trabajador 2					02:21pm			02:30pm	9
		Trabajador 1									
	Revisión de mercadería	Trabajador 2					03:05pm	03:50pm	04:10pm	04:24pm	59
	Bajar mercaderia sang-A	Trabajador 1					03:18pm	03:50pm	04:10pm	04:20pm	42
	Abrir espacio	Trabajador 3					03:33pm	03:50pm	04:10pm	04:10pm	67
Reunion de empleados	Trabajador 1					03:50pm			04:10pm	20	
	Trabajador 3										
	Trabajador 2										
Hacer bultos	Trabajador 3	117.118		20 bultos	70	04:21pm			05:00pm	39	

TOMA DE TIEMPOS DE LAS ACTIVIDADES EN DELPIN LOGISTICS											
FECHA	ACTIVIDAD	EMPLEADO	ORDEN	N° DE BULTOS	N° DE ITEMS	TIEMPOS				T. T (min.)	
						INICIA	SUSPENDE	REANUDA	FINALIZO		
19/07/2013	preparacion de pedido para honduras	Trabajador 1	honduras		80	04:22pm	05:15pm	08:02am	11:07pm	228	
		Trabajador 2				04:41pm	05:15pm	08:02am			
		Trabajador 4				08:32am					
	Cargar mercaderia	Trabajador 3	117.118	20 bultos	70	08:10am			08:30am	20	
	preparacion de pedido para indelpin	Trabajador 3	119	8 bultos	23	08:40am	09:16am	09:26am	11:38am	198	
	Dejar camion en aduana	Trabajador 3				09:17am			09:25am	8	
	Pesar bultos de la horden de Honduras	Trabajador 2	honduras		20 bultos	80	11:10am			12:10 md	60
		Trabajador 4									
	Revison de mercaderia para indelpin	Trabajador 4	119		8 bultos	29	01:35pm			02:25pm	47
		Trabajador 3									
Saque de 8 ítems para Honduras	Trabajador 1	honduras		8 bultos	88	01:35pm			01:50pm	15	
	Trabajador 2										

ANEXO 6

Construcción de Rampas

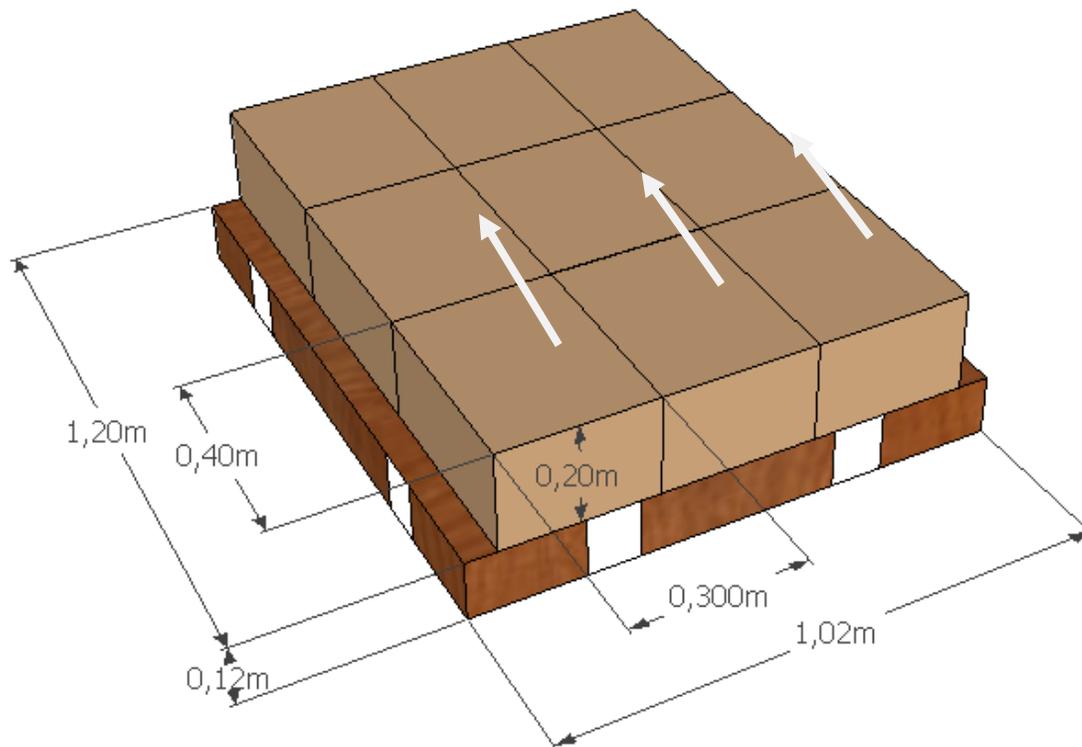
El almacén de Delpin Logistics cuenta con un pickup para la distribución de sus productos. La empresa cuenta con dos zonas de muelles para carga y descarga pero estos poseen un nivel de altura muy elevado para dicho pickup. Para este problema se propone la construcción de dos tipos de rampas que faciliten la colocación del vehículo para poder ser cargado con las mercancías correspondientes, a continuación se presentan las medidas y el diseño que estas deben de poseer.



ANEXO 7.

TÉCNICAS DE ENTARIMADO

Para asegurar que las mercancías no sufran daños cuando son manipuladas, sobre todo, el riesgo de pérdidas por desplome, se sugiere el uso de técnicas de entarimado; éstas consisten en colocar las cajas en diferentes posiciones sobre las tarimas, las cuales permitan que las cajas queden amarradas o sujetas entre sí, así mismo se evitan riesgos laborales. Las técnicas propuestas son las siguientes (Documentado, de acuerdo a las medidas de la empresa en estudio, por estudiantes de la carrera: Técnico Superior en Logística, MEGATEC ZACATECOLUCA):



1. Técnica de Amarre Sencillo

Figura: 1.1 (primer tendido)

En esta figura se muestra un primer tendido para las cajas de 0,30 ancho, 0,20 mts. de alto, y 0,40 mts. largo, observe que el largo de las cajas es acorde al largo de la tarima tal y como lo indica la flecha blanca .

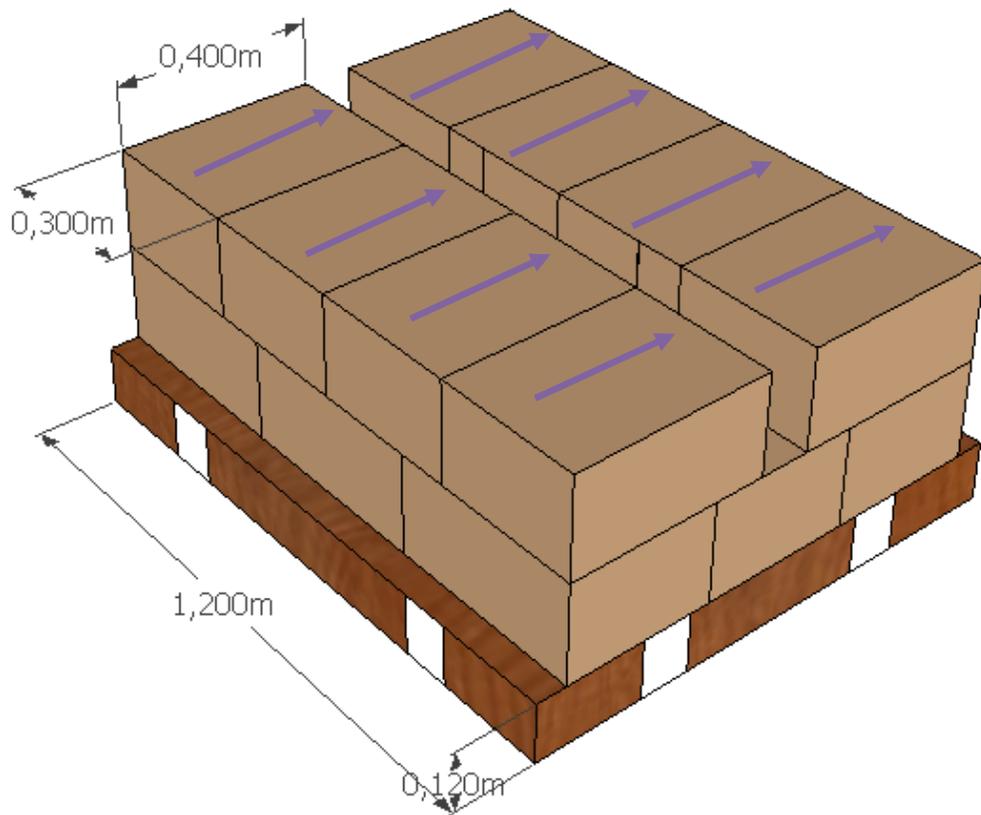


Figura: 1.2 (segundo tendido)

En la figura se observa que la orientación de las cajas a cambiado, el largo es diferente al tendido de abajo, dicha acción provoca el amarre de las cajas, la flecha indica la orientación respecto al largo de la caja; el espacio que queda al centro es relativo pues este depende de las dimensiones de las cajas, es probable que en algún caso este hueco no se genere.

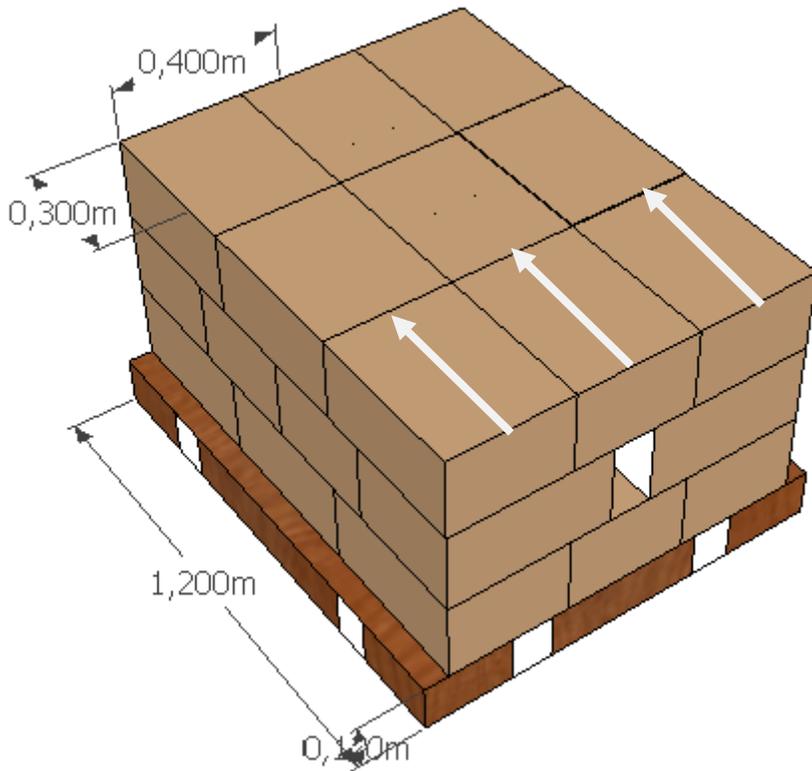


Figura 1.3 (tercer tendido)

Se muestra claramente el amarre, debido a que el tendido 3 es totalmente diferente al 2, en función de la orientación de las cajas, como lo indica la flecha; se puede evidenciar el amarre en los costados.

2. Técnica entrelazado sencillo

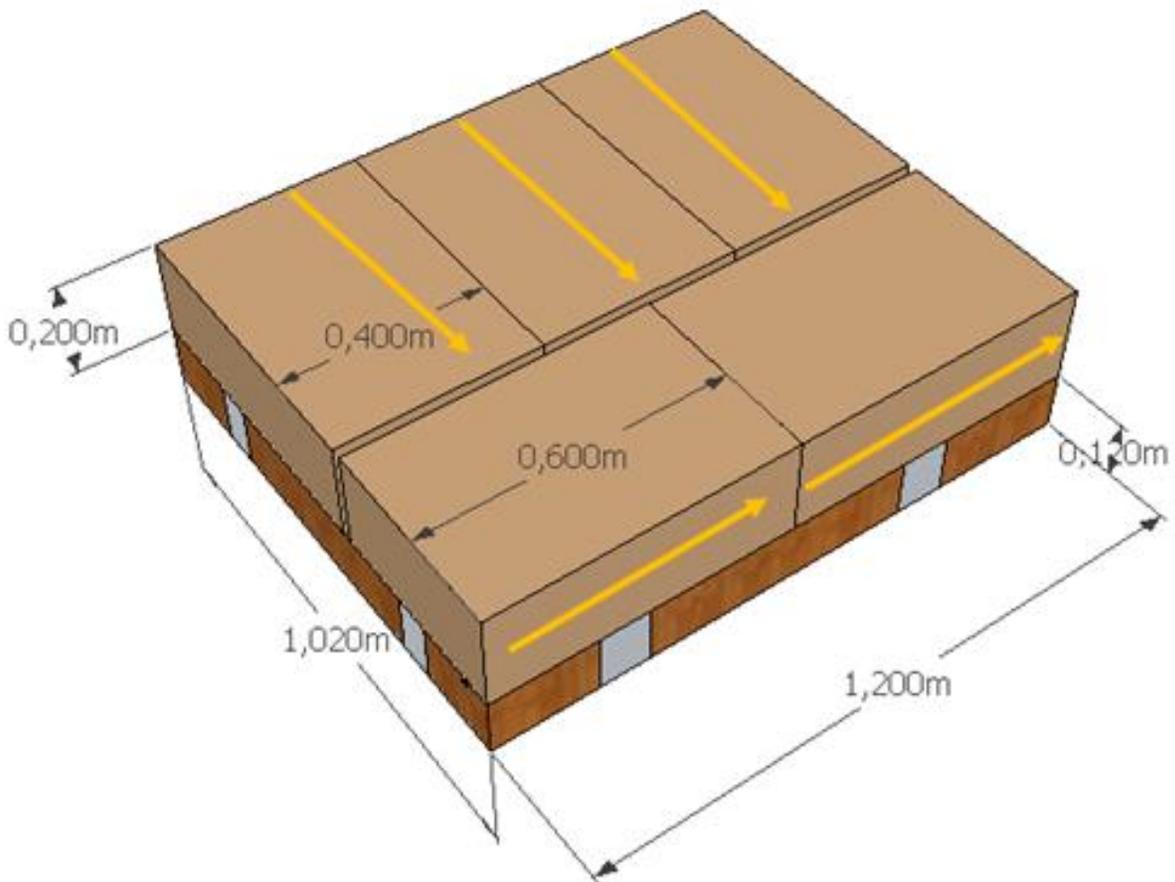


Figura 2.1 (Primer tendido)

Para realizar esta en técnica, se ha tomado como ejemplo una caja de 0.60 mts de largo, 0,40 mts de ancho y 0.20 mts de alto; esta técnica consiste colocar una línea de cajas en dirección contraria a la otra, tal y como muestran las líneas amarillas.

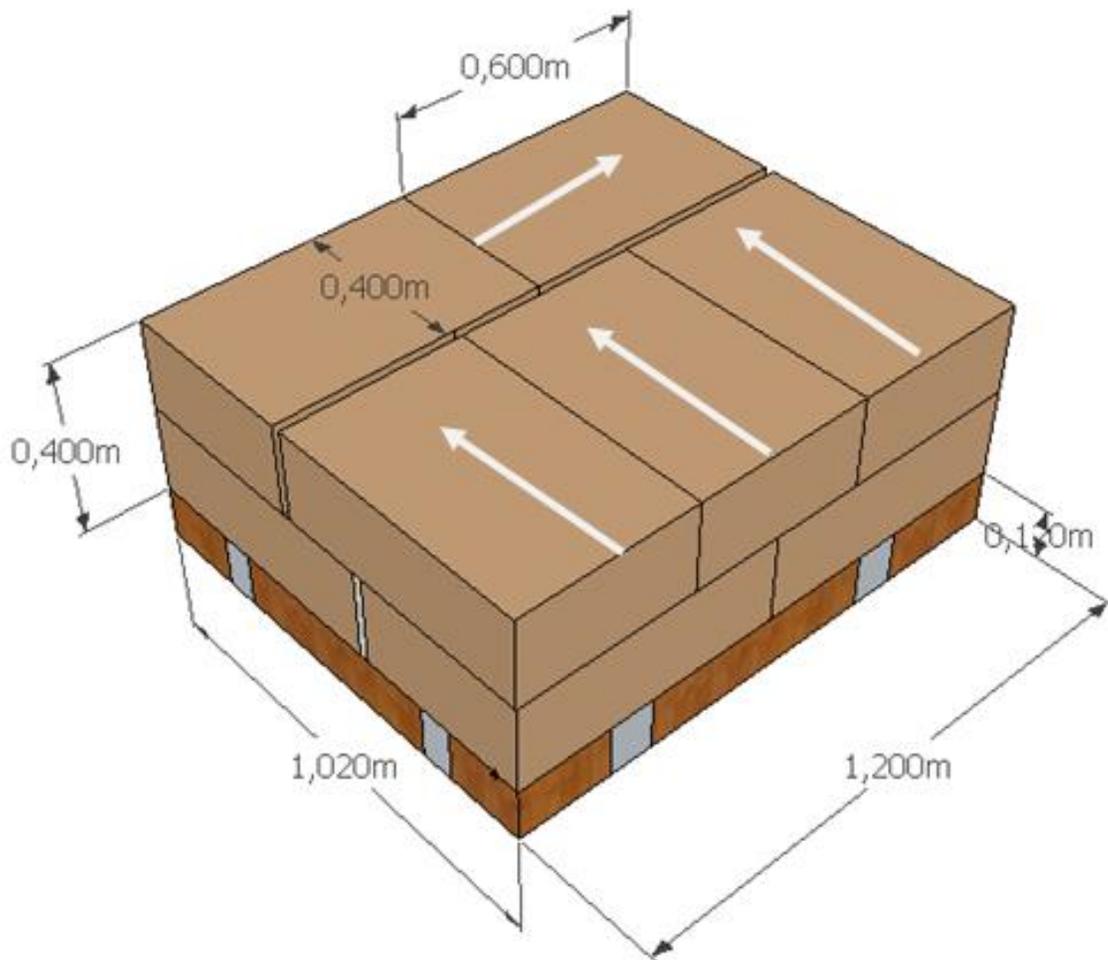


Figura 2.1 (segundo tendido)

En el segundo tendido se nota perfectamente el amarre de las cajas, la orientación es tal y como lo muestran las flechas de color blanco; para el tendido tres se usa la misma forma que en el tendido uno, y así sucesivamente se van alternando los tendidos, o niveles, hasta colocar el número de tendidos que se requiera; se sugiere realizar 4 tendidos por pallet, pero esto depende de las necesidades de la empresa.

3. Técnica estilo Panteado

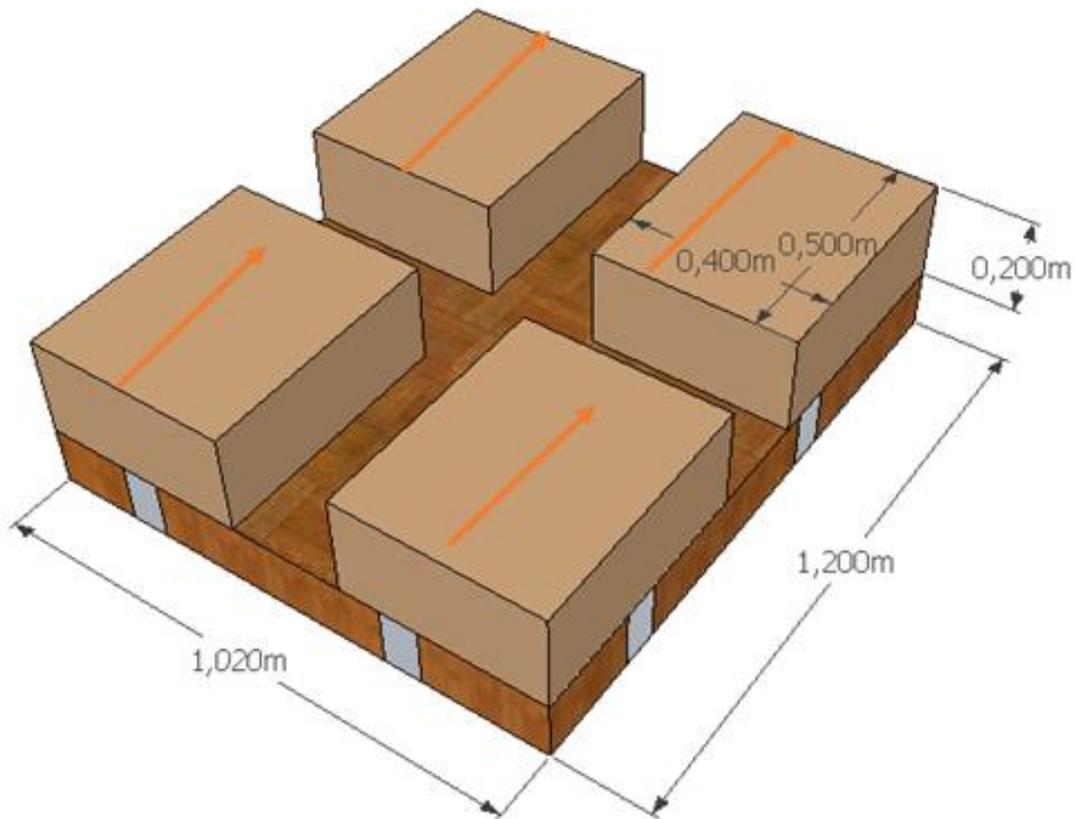


Figura 3.1 (Primer tendido)

Esta técnica es utilizada para productos frágiles o rollizos, y en la cadena de frío, pues facilita que el frío circule por todas las cajas; la técnica consiste en dejar un espacio en medio por cualquier movimiento que pueda tener el producto al ser manipulado; la desventajas que posee es que la tarima no puede ser utilizada al máximo; la dirección de las cajas respecto al largo, está dada por la flecha de color naranja; se debe cuidar de iniciar colocando las cajas desde las esquinas y las orillas.

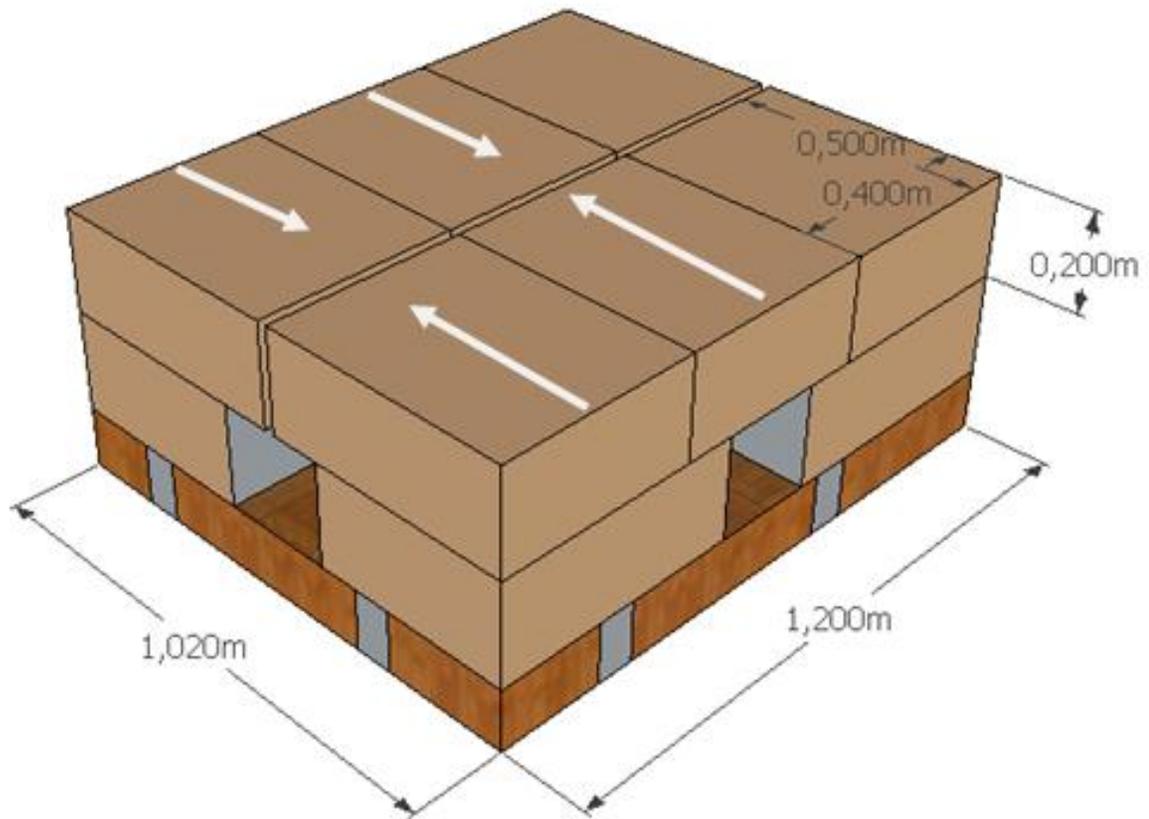


Figura 3.2 (segundo tendido)

En el segundo tendido de esta técnica, pareciera que si se está utilizando toda la tarima, la posición de los tendidos podría intercambiar, pues se podría colocar la forma del primer tendido en el tendido número dos.

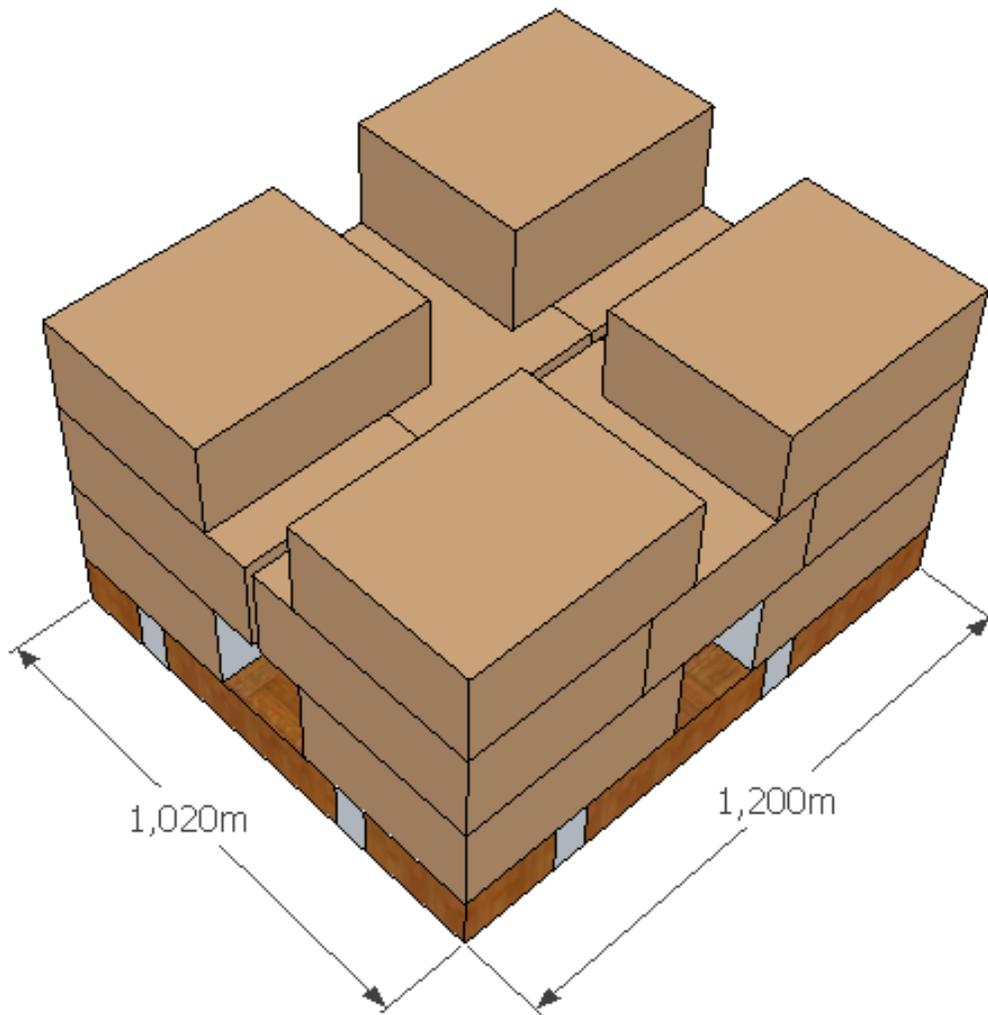


Figura 3.3 (Tercer Tendido).

En la figura se observa cómo se amarran las cajas entre sí, aunque en este tercer tendido la tarima o el espacio no sea utilizado al máximo, nos permite ciertas ventajas, como la circulación del aire, descrita anteriormente.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[M. Wargo 10]

Nombre de la obra : Phoneygap Essentials: Building Cross-Plataform.
Autor : John M. Wargo.
Casa editorial : Addison Wesley.
País: : UUEE.
Año edición : 2010

[Ableson 11]

Nombre de la obra : Android Guia P/Desarrolladores
Autor : W. Frank Ableson
Casa editorial : ANAYA
Año edición : 2011

[Amaro 12]

Nombre de la obra : Android: Programación de dispositivos móviles a través de ejemplos.
Autor : Amaro Jose.
Casa editorial : AlfaOmega.
Año edición : 2012

[Gironés 13]

Nombre de la obra : El gran libro de android
Autor : Tomás Gironés, Jesus
Casa editorial : MARCOMBO, S.A.
Año edición : 2013

Sitiografía:

Nombre del sitio : Developers for android
Enlace : <https://developer.android.com/google/play-services/setup.html>
Fecha visita : 10 de febrero de 2013

Nombre del sitio : Google Developers
Enlace : <https://developers.google.com/maps/?hl=es>
Fecha visita : 25 de Marzo de 2013

Nombre del sitio : JQuery Official Site
Enlace : <http://jquerymobile.com/>
Fecha visita : 9 de febrero de 2012



Dirección de Investigación y Proyección Social

INFORME ANUAL DE RESULTADOS

Nombre del Proyecto:

Diseño y desarrollo experimental de materiales de construcción utilizando plástico reciclado

SEDE Y ESCUELA PARTICIPANTE

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

SEDE CENTRAL

DOCENTE INVESTIGADOR RESPONSABLE:

ARQ. GUILLERMO JOSÉ ZAVALA

Santa Tecla, Diciembre 2013.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	333
2. ANTECEDENTES	333
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	334
4. JUSTIFICACIÓN.....	335
5. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	336
6. OBJETIVOS	336
7. ALCANCES Y LIMITACIONES	337
8. METODOLOGÍA.....	337
9. CONCEPTOS GENERALES.....	338
10. MATERIALES Y EQUIPO UTILIZADOS PARA EL DESARROLLO DE LAS PRUEBAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO.....	350
11. ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS A LOS MATERIALES.	354
12. DATOS Y ANALISIS OBTENIDOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS EN BASE A LAS PROPORCIONES ESTABLECIDAS.....	367
13. TABLAS Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS.....	372
14. DISEÑO DE PROTOTIPOS.....	376
15. CONCLUSIONES	378
16. RECOMENDACIONES	379
17. BIBLIOGRAFIA Y SITIOGRAFIA	379
18. ANEXOS	380

1. INTRODUCCIÓN

El siguiente documento presenta la investigación realizada sobre el diseño de materiales de construcción elaborados con la mezcla cemento y PET (tereftalato de polietileno); plástico que es la materia prima con la que se elaboran los envases plásticos de las botellas de jugos, agua y gaseosa; el cual pretende ser un modelo para implementarlo como una nueva tendencia en la construcción; considerando al mismo tiempo la utilización de un material no biodegradable que es desechado y que genera una alta contaminación ambiental. Al mismo tiempo la investigación pretende el desarrollo de una construcción más sostenible, buscando mantener el potencial y capacidad de cubrir las necesidades actuales y futuras de la sociedad.

Lo que se busca además en esta investigación, es proporcionar una alternativa de solución al alto grado de contaminación que generamos, integrando la construcción como un eje transversal para minimizar el grave impacto ambiental; basándonos en la implementación de una nueva tecnología que profundice el concepto de Arquitectura Bioclimática, permitiendo diseños innovadores a través de nuevas tecnologías aplicadas en nuevos materiales. Permitiendo al mismo tiempo crear un nuevo concepto de construcción para familias de escasos ingresos económicos. Por lo tanto, la presente investigación está dirigida a desarrollar una nueva tecnología constructiva con el desarrollo de nuevos materiales.

Cabe indicar que se han involucrado estudiantes de las carreras de Técnico en Arquitectura y Técnico en Ingeniería Civil, que cuentan con conocimientos respecto a nuevas tendencias tecnológicas aplicadas en la construcción. Por lo tanto, la presente investigación; presenta prototipos los cuales pueden ser implementados en las diferentes alternativas de edificaciones que se desarrollan a nivel nacional e internacional.

2. ANTECEDENTES

La contaminación ambiental es la presencia en el ambiente de cualquier agente físico, químico o biológico; o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones que puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población. La contaminación ambiental es también la incorporación de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, o mezclas de ellas; al ambiente alterando desfavorablemente las condiciones naturales del mismo, o que puedan afectar la salud, la higiene o el bienestar del público.

La mayor parte de basura es intratable y no se puede hacer nada más que esconderla bajo el suelo, incinerarla o transportarla en masa a los países pobres. Gran parte de esta basura es el plástico que proviene de todos los envases que compramos. Este plástico ha formado enormes remolinos de porquería en los océanos (son tan grandes que bien podríamos denominarlos “continentes de plástico”) que ponen en peligro no solo la supervivencia de las especies que ahí habitan, sino nuestra propia salud.

El tereftalato de polietileno (PET) que es la materia prima utilizada para la realización de botellas; nace en el año 1941, y desde entonces año con año se consumen millones de toneladas; lo que representa un problema para el medio ambiente, pues solo se recicla un 20%. Los plásticos utilizados en la industria y la vida cotidiana son productos con una limitada capacidad de autodestrucción, quedando como residuos por muchos años; donde el plástico y sus derivados tardan hasta 500 años en degradarse. Esto conlleva a que se vuelva más necesario la recuperación del plástico; dada la contaminación y el valor económico que generan.

En nuestro país tenemos que el problema de los desechos sólidos ha ido creciendo en la medida la población y la industria aumenta, por lo que ante la problemática; se han planteado algunas soluciones; una de las más adoptadas es el reciclaje de materiales que ya fueron utilizados. En 1970 inicia en nuestro país el reciclado del plástico, debido al aumento de la materia prima; propiciando el desarrollo de tecnologías de recuperación que cubrieran las necesidades de los consumidores. Buscando soluciones, se desarrollaron diversos métodos físicos y químicos que permitían optimizar el reciclaje. A partir de los años 90's se ha mejorado el proceso de reciclaje, aumentando la utilización del polietileno de alta y baja densidad; considerando que este es de los materiales que más desperdicio genera; solo por debajo de la materia orgánica, el papel y el cartón.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La disposición de residuos constituye una preocupación para la población, considerando que cuando la misma se realiza en forma inadecuada, se genera contaminación. El enfoque debe ser minimizar la generación de los mismos, y en tratar de reutilizar (reciclar) la mayor parte posible. Una solución provista por las alcaldías en lo relativo a la disposición final de residuos, es llevarlos a los botaderos municipales o a botaderos de cielo abierto; considerando que de la

cantidad de residuos que recogen los camiones de basura, existe una cantidad de residuos casi igual que se vierte incontroladamente en basurales clandestinos, deteriorando gravemente el medio ambiente, con los riesgos sanitarios consecuentes.

Es conocido que existen cantidades importantes de materiales reciclables, entre los que tenemos el plástico; procedentes de envases descartables de bebidas. Estos materiales, que no son bio-degradables, actualmente son enviados a predios de enterramiento sanitario municipal o son quemados en basurales clandestinos; generando graves problemas de contaminación ambiental. La disposición final de los residuos plásticos tiene un impacto ambiental en la medida en que los residuos sólidos sean eliminados en botaderos a cielo abierto; siendo ésta una práctica que predomina en la mayoría de los municipios. Dicha práctica se ha favorecido por la falta de aplicación de tecnologías alternativas para el tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos, la falta de coordinación interinstitucional del tema, la falta de recursos financieros, el poco énfasis en la determinación de los costos de recolección y transporte. Todo lo anterior origina la poca utilización de tecnologías alternas para el manejo de los residuos sólidos.

Considerando la problemática, como Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE, debemos de aportar y contribuir con la aplicación práctica de conocimiento técnico; así como también con la realización y presentación de propuestas de mejoramiento de sistemas constructivos. Es por ello que la siguiente investigación está enfocada a resolver un problema medio ambiental de tal manera que se reduzca la contaminación generada por las botellas plásticas y estas a su vez sean utilizadas como materia prima en la elaboración de diferentes elementos constructivos; diseñando estos materiales como una alternativa en el rubro de la construcción.

4. JUSTIFICACIÓN

Como Escuela Especializada en Ingeniería ITCA - FEPADE, que promueve la Educación Técnica y de Ingeniería en El Salvador, tenemos que velar no solo por el aprendizaje de la educación; si no que también debemos de buscar los medios y las formas de resolver ciertas problemáticas que puedan afectar directa o indirectamente dicho aprendizaje. Por lo que se vuelve necesario promover alternativas para minimizar la contaminación que a diario generamos.

Es por ello que como institución estamos con la responsabilidad de concientizar a la población del grave problema ambiental que se genera por el mal manejo de los desechos sólidos, y en particular por los materiales bio-degradables; puesto que son estos los que al no darles tratamiento agudizan la problemática de contaminación. Por lo que como centro de enseñanza estamos preocupados por dicha problemática y buscamos alternativas para minimizarla, en este sentido planteamos la realización de elementos constructivos utilizando las botellas de plástico como materia prima; que permitirían utilizar un material altamente dañino para el medio ambiente en una alternativa para elaborar materiales de construcción.

En este sentido creemos que es necesario comenzar a desarrollar materiales alternativos que bajen los costos de construcción y que permita por medio de ello dar una solución al problema medio ambiental, por lo que con esta investigación se pretende es proporcionar una alternativa de solución para el mejoramiento del medio ambiente, basándonos en la implementación de un concepto de reciclaje; que permita la creación y diseño innovador de algunos elementos arquitectónicos; aplicando técnicas de ingeniería y arquitectura para diseñar un elemento donde se convine el reciclaje y la innovación.

5. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Podemos desarrollar elementos arquitectónicos utilizando botellas de plástico recicladas como materia prima para elaborar materiales de construcción y elementos arquitectónicos, ayudando con ello a minimizar el impacto ambiental y el mal manejo de los desechos sólidos a nivel nacional?

6. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Desarrollar el diseño de materiales de construcción con enfoque arquitectónico utilizando botellas de plástico reciclado.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar ensayos de laboratorio para estudiar las propiedades de los materiales que permitan diseñar y elaborar materiales de construcción.

- Describir los procesos utilizados para convertir las botellas plásticas recicladas en agregados para la elaboración de elementos para la construcción.
- Diseñar alternativas para elaborar elementos arquitectónicos y de construcción considerando proporciones, presupuesto, recomendaciones técnicas y construcciones a escala de los elementos.

7. ALCANCES Y LIMITACIONES

ALCANCES

- Presentar una propuesta de algunos elementos elaborados con botellas de plástico reciclado, que sean una alternativa en la industria de la construcción y ayuden a minimizar el impacto ambiental.
- Elaborar esquemas donde se presente el diseño de elementos arquitectónicos utilizando plástico reciclado.
- Construcción de modelos a escala de los diferentes elementos arquitectónicos.

LIMITACIONES

- El desarrollo de la propuesta enfocado en elementos arquitectónicos como losetas, adoquines, fachaletas, zócalos o ladrillos tipo galleta.
- Elaboración de un prototipo por elemento como modelo.

8. METODOLOGÍA

El proceso metodológico es un conjunto de herramientas las cuales nos facilitaran el desarrollo de las posibles estrategias de solución a la problemática ambiental buscando alternativas para la reutilización de las botellas de plástico utilizando estas para elaborar elementos arquitectónicos. Dichas herramientas surgen de un proceso de etapas lógicas de investigación el cual se define para tener una comprensión y análisis profundo del problema y así, que éste permita dar una respuesta apropiada; dicha estrategia se plantea de la siguiente manera:

Capítulo 1: Planteamiento del Problema. Consiste en la definición y planteamiento del problema, determinando aspectos generales, para obtener la mayor información posible del tema, teniendo como base la problemática y elementos que surjan de la investigación.

Capítulo 2: Marco Teórico. Se determinarán los aspectos generales, esto para tener una visión más amplia; a través de términos que ayuden a comprender mejor el tema y así lograr la mejor estrategia que se adecúe a sus necesidades, como también recopilar información, tomada de libros, folletos, revistas, medios informáticos; todos estos, relacionados al tema.

Capítulo 3: Diagnóstico. Este capítulo permitirá la evaluación de la información bibliográfica obtenida, pruebas de laboratorio, análisis y cuadros comparativos, fotografías, etc. La información se ordena de acuerdo a un proceso de etapas lógicas, las cuales llevaran a la formulación de conclusiones para elaborar el diseño de los diferentes elementos arquitectónicos.

Capítulo 4: Propuesta de Diseño. En este capítulo se presentan las soluciones a la problemática planteada en capítulos anteriores, donde éstas permitirán dar propuestas de diseño de los elementos arquitectónicos ; considerando en ella los factores internos y externos que puedan ayudar a que las propuestas sean un modelo a nivel nacional e internacional.

Capítulo 5: Conclusiones y Recomendaciones. En este capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación; detallando a la vez, la biografía utilizada para el desarrollo del proyecto.

9. CONCEPTOS GENERALES.

Con la finalidad de comprender algunos términos que son utilizados en el desarrollo de esta investigación, se presenta la definición de los siguientes conceptos; los cuales permitirán una mejor comprensión del proyecto a desarrollar.

A) *BOTELLAS DE PLÁSTICO:* Es un envase ligero muy utilizado en la comercialización de líquidos en productos como de lácteos, bebidas o limpia hogares. Sus ventajas respecto al vidrio son básicamente su menor precio y su gran versatilidad de formas.

B) *RECICLAJE*: Proceso de recuperación de elementos físicos o químicos aún útiles, provenientes de materiales que han servido para un propósito específico y que pueden volver a ser usados para el mismo u otro propósito.

C) *PLÁSTICO RECICLADO*: Consiste básicamente en recolectar, limpiar, seleccionar por tipo de material y fundirlos de nuevo para usarlo como materia prima adicional, alternativa o sustituta para el moldeado de otros productos.

D) *PET*: Politereftalato de Etileno; es un tipo de materia prima plástica derivada del petróleo, correspondiendo su fórmula a la de un poliéster aromático; usado en envases de bebidas y textiles.

E) *MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN*: Es una materia prima o con más frecuencia un producto manufacturado, empleado en la construcción de edificios u obras de ingeniería civil. Los materiales naturales sin procesar (arcilla, arena, mármol) se suelen denominar materias primas, mientras que los productos elaborados a partir de ellas (ladrillo, vidrio, baldosa) se denominan materiales de construcción.

F) *BLOQUE*: Es un mampuesto prefabricado, elaborado con hormigones finos o morteros de cemento, utilizado en la construcción de muros y paredes. Los bloques tienen forma prismática, con dimensiones normalizadas, y suelen ser esencialmente huecos. Sus dimensiones habituales en centímetros son 10x20x40, 15x20x40, 20x20x40.

G) *PANEL*: Elemento o pieza que han sido anteriormente fabricados de hormigón, es el material resultante de la mezcla de cemento (u otro conglomerante) con áridos (piedra grava, gravilla y arena) y agua. El hormigón permite rellenar un molde o encofrado con una forma previamente establecida. Este material de construcción tiene dimensiones estándares en centímetros de 5x122x244.

H) *ADOQUÍN*: Es una piedra o bloque labrado de forma rectangular que se utiliza en la construcción de pavimentos. El material más utilizado para su construcción ha sido el granito, por su gran resistencia y facilidad para el tratamiento. Sus dimensiones suelen ser de 20 cm. de largo por 15 cm. de ancho, lo cual facilita la manipulación con una sola mano.

l) *BALDOSA*: Es una losa o loseta manufacturada, fabricada en diferentes tipos y técnicas de cerámica, así como en piedra, caucho, corcho, vidrio, metal, plástico; usado para pavimentos.

ORIGEN DEL PLÁSTICO.

La palabra "plástico" no se asocia únicamente a un material, tal y como sucede con el metal, que designa otros materiales además del hierro y del aluminio. La palabra plástico debe entenderse como un término genérico que describe una gran variedad de sustancias, las cuales se distinguen entre sí por su estructura, propiedades y composición.

Los plásticos hacen parte de un grupo de compuestos orgánicos denominados polímeros, los cuales están conformados por largas cadenas macromoleculares que contienen en su estructura carbono e hidrógeno. Principalmente se obtienen mediante reacciones químicas entre diferentes materias primas de origen sintético o natural.

El plástico se origina como resultado de un concurso realizado en 1860 en Estados Unidos, para encontrar el sustituto del marfil para la fabricación de bolas de billar; de ese concurso nace un tipo de plástico llamado celuloide.

Con dicho material se comenzaron a fabricar productos de plástico como collares, mangos de cuchillos, cajas, armazones de lentes y películas cinematográficas. En 1909, se descubrió una nueva materia prima, el alquitrán, del que se fabricó otro plástico, la baquelita; usada como aislante eléctrico debido a que es altamente resistente al calor, al agua y a los ácidos. Por otra parte los químicos a principio del siglo XX comenzaron a conocer mejor las reacciones químicas, esto aceleró la búsqueda de nuevos materiales y así, en el año 1930 comenzó la fabricación de plásticos a partir de derivados del petróleo. Como por ejemplo el nylon y el PVC, que comenzaron su fabricación industrial en la década de los años 30, siendo en la década de los 40 cuando se incorporaron otros como el polietileno, los poliésteres, los poliuretanos y las resinas epoxi.

CLASIFICACIÓN Y USO DEL PLÁSTICO.

Los plásticos se clasifican según sea su comportamiento con la variación de la temperatura y los disolventes; y se clasifican en termoestables y termoplásticos. Los termoestables son los plásticos que no reblandecen ni fluyen por mucho que aumente la temperatura; por tanto sufren modificaciones irreversibles por el calor y no pueden fundirse de nuevo. Los termoplásticos son

plásticos que cuando son sometidos a calor se reblandecen y fluyen por tanto son moldeables por el calor cuantas veces se quiera sin que sufran alteración química irreversible. Son más fáciles de reciclar.

Los termoestables son utilizados para fabricar recubrimientos, espumas para colchón, adhesivos, piezas para vehículos y componentes eléctricos. En cambio, los termoplásticos son utilizados para la fabricación de marcos de ventana, tuberías, envases, vasos, cajas, tapones, tarjetas, bolsas y botellas para diferentes líquidos.

PROPIEDADES DE LAS BOTELLAS DE PLÁSTICO.

Las propiedades físicas del PET y su capacidad para cumplir diversas especificaciones técnicas han sido las razones por las que el material haya alcanzado un desarrollo relevante en la producción de fibras textiles y en la producción de una gran diversidad de envases. Presentando características como las siguientes:

- A) Cristalinidad y transparencia.
- B) Buen comportamiento frente a esfuerzos permanentes.
- C) Alta resistencia al desgaste.
- D) Muy buen coeficiente de deslizamiento.
- E) Buena resistencia química
- F) Totalmente reciclable
- G) Alta rigidez y dureza.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS BOTELLAS DE PLASTICO.

La construcción es uno de los sectores que utilizan las botellas de plástico para la elaboración de materiales, considerando que el material es relativamente nuevo en la rama es importante conocer cuáles son sus ventajas y desventajas; por lo que se definen algunas de estas características:

VENTAJAS.

- A) Es moldeable, pudiéndosele dar la forma deseada por medio de diferentes técnicas.
- B) Variada flexibilidad dependiendo de las características del material que se requiera.
- C) Una vez instalado el material no requiere constante mantenimiento.
- D) Es muy duradero.

- E) Dependiendo de su uso se puede variar la resistencia del plástico.
- F) Posee una gran resistencia a las sustancias químicas (líquidas y gases).
- G) Soporta altas y/o bajas presiones y temperaturas.

DESVENTAJAS.

- A) Son desechos de difícil solución.
- B) Poco manejo de la recolección y disposición final de los residuos.
- C) Material poco convencional y poco utilizado en la actualidad como material de construcción.
- D) Material inflamable, por lo que no es recomendable utilizarlo sin recubrimiento.

RECICLAJE DEL PLÁSTICO.

En todo el mundo, existe una preocupación por la contaminación del agua, aire y suelo; ocasionada en gran medida, por los volúmenes de residuos que se generan a diario sin recibir un tratamiento adecuado.

Por sus características, los plásticos sintéticos no representan un riesgo para el ambiente; sin embargo si son un problema mayor porque no pueden ser degradados por el entorno. Los plásticos son sustancias orgánicas de alto peso molecular que se sintetizan a partir de compuestos de bajo peso molecular y se caracterizan por una alta relación resistencia/densidad; que son propiedades óptimas para el aislamiento térmico y eléctrico, también son resistentes a los ácidos, álcalis y solventes. Dichos materiales, entraron al mundo industrial hasta expandirse también en el campo de la construcción; y en la actualidad se emplean en elementos constructivos tales como pisos, cubiertas, tragaluces, falsos plafones o muebles. A causa del crecimiento de la industria de los plásticos, han creado una dependencia sobre estos; generando un problema de tipo ambiental, debido a la acumulación de plásticos como desecho, ya que, sabiendo que pueden transformarse y reutilizarse; son tirados indiscriminadamente a basureros sin importar si son plásticos considerados como reciclables.

En nuestro país no existen espacios físicos para colocar todos los desechos que se generan, los cuales son llevados a botaderos comunes; lo que genera automáticamente la contaminación ambiental. En El Salvador la industria del plástico es una de las más dinámicas de la región; sin embargo está creando serios problemas al ambiente. El Ministerio del Medio Ambiente (MARN) cifró en 3400 las toneladas de basura que se producen en El Salvador; y es el plástico con un 20% la que más produce después de la basura orgánica. Comparando ese dato con la cantidad que se recicla, tenemos que el reciclaje alcanza nada más el 0.20% del

total producido.

ETAPAS DEL RECICLAJE DEL PLÁSTICO.

Se consideran varias etapas, las cuales se detallan a continuación:

A) *RECOLECCIÓN*: Todo sistema de recolección diferenciada descansa en un principio fundamental, que es la separación de los residuos en dos grupos básicos: residuos orgánicos por un lado e inorgánicos por otro. En los residuos orgánicos irían los restos de comida y de jardín; y en la otra bolsa los metales, madera, plásticos, vidrio, aluminio.

B) *CENTRO DE RECICLADO*: Aquí se reciben los residuos plásticos mixtos compactados en fardos que son almacenados a la intemperie. Existen limitaciones para el almacenamiento prolongado en estas condiciones, ya que la radiación ultravioleta puede afectar a la estructura del material, razón por la cual se aconseja no tener el material expuesto más de tres meses.

C) *CLASIFICACIÓN*: Luego de la recepción se efectúa una clasificación de los productos por tipo de plástico y color. Si bien esto puede hacerse manualmente, se han desarrollado tecnologías de clasificación automática, que se están utilizando en países desarrollados. Considerando lo anterior, el reciclaje del plástico es una práctica muy útil para reducir los desperdicios sólidos.

Existen algunas técnicas de reciclado, las cuales dan como resultado 4 tipos:

1) *Reciclado Primario*: Consiste en la conversión del desecho plástico en artículos con propiedades físicas y químicas idénticas a la del material original. El reciclado primario se hace con los termoplásticos, pues las propiedades permiten que el material se funda a bajas temperaturas sin ningún cambio en su estructura.

2) *Reciclaje Secundario*: Convierte el plástico en artículos con propiedades inferiores a las del polímero original. El proceso de mezclado del plástico es representativo, eliminando la necesidad de separarlo.

3) *Reciclaje Terciario*: Es el que degrada al polímero a compuestos químicos básicos y combustibles. Diferente a otros polímeros porque en este se existe un cambio químico y no nada más físico.

4) *Reciclaje Cuaternario*: Consiste en el calentamiento del plástico con el objeto de usar la energía térmica liberada por medio de dicho proceso; para integrarlo en otros procesos químicos y físicos.

INDUSTRIA DEL PLÁSTICO

PLÁSTICO EN EL SALVADOR.

En nuestro país, la industria del plástico inicia en los años 50, cuando aparecen los peines de plástico, producidos por la empresa Amapola; siendo esta, la pionera de la industria en El Salvador. En 1955 nace la empresa Industrias Plásticas S.A. de C.V.; la cual tuvo dos líneas de fabricación: el moldeo por inyección y el moldeo por extracción.

Es en la década de los 60 que la industria del plástico toma importancia en el país, ya que en esta década se establecieron alrededor de 25 fábricas para manufacturar una diversidad de artículos plásticos.

En 1970 inicia el proceso de reciclado del plástico, debido a que el precio de la materia virgen proveniente del plástico aumento considerablemente teniendo en cuenta además que para ese tiempo también aumento el precio del petróleo; por lo que se volvió necesario el desarrollo de tecnologías de recuperación buscando cumplir las necesidades de los consumidores, para solucionar el problema de abasto.

Buscando soluciones para el manejo del plástico en nuestro país, se desarrollaron diferentes investigaciones; y por la ventaja del método físico nace el reciclado del plástico; cobrando importancia en la década de los 80's. Para los años 90's se desarrollan los centros de acopio, donde se recolectan los materiales para su posterior transformación. El plástico que más ha aumentado su utilización es el polietileno, tanto de alta como de baja densidad; y en la actualidad son más de un centenar de empresas que trabajan con el plástico como materia prima o generando productos secundarios por medio de su reciclaje.

EL PLÁSTICO EN LA CONSTRUCCIÓN.

El crecimiento constante de población ocasiona diferentes problemáticas, dos son las principales son: la falta de viviendas para la población de bajos recursos y el creciente deterioro ambiental ocasionado por la generación de desechos no biodegradables. Entre las soluciones se encuentra el desarrollo y mejora en la calidad de los elementos de construcción, empleando

nuevas tecnologías y materiales que disminuyan el impacto ambiental (reduciendo el gasto de energía y materias primas que requieren los elementos de construcción convencionales), de bajo costo en su elaboración y de procesamiento sencillo; y en este rango se considera el plástico utilizado en la elaboración de botellas PET.

El politereftalato de etileno (PET), proveniente de las botellas plásticas encontró una nueva vida en la fabricación de viviendas para poblaciones vulnerables y en múltiples materiales para la construcción. Todo surge con la filosofía de aportar a la conservación del medio ambiente, bajo la premisa de darles aplicación y utilización a los residuos plásticos.

Tras años de investigación sobre las propiedades del material reciclado, se lograron desarrollar elementos que anteriormente se fabricaban en madera, concreto y acero; no solo con las mismas características y propiedades mecánicas, sino alcanzando ventajas y beneficios con respecto a los materiales tradicionales.

El reciclaje de desechos, ha permitido crear nuevos materiales de construcción, que por lo regular suelen ser sumamente resistentes y económicos. Uno de los materiales que más aplicación tiene en la industria de la construcción es el plástico denominado PET, ya que por sus características y resistencia puede ser utilizado tanto para la construcción de elementos divisorios como muros, celosías y losas; como para construir edificaciones completas.

La utilización de las botellas de plástico como material de construcción permite tener una mayor diversidad de productos y materiales de construcción, considerando además las ventajas que el plástico combinado con el cemento y los agregados poseen; por lo que se pueden mencionar algunas ventajas:

- A) Uso creativo de la basura.
- B) Cuidado de la tierra.
- C) Material de construcción de muy bajo costo.
- D) Construcciones térmicas y de menor peso.
- E) Uso eficiente de recursos disponibles.
- F) Acceso a una vivienda, por parte de personas de bajos recursos económicos.

Existen diferentes elementos que se han creado y diseñado utilizando el PET como materia prima, ejemplo de ello son las que se describen a continuación. De los productos diseñados y fabricados, está un sistema de construcción compuesto por paneles unidos mecánicamente

entre sí y anclados al piso con pernos expansibles. Si llegara a ser necesario, la casa puede ser desmontada y reubicada en otro lugar.

Otro ejemplo es el proyecto que incluye la transformación del plástico de las botellas de jugo, gaseosa y agua mediante un proceso en el que se trituran y funden las botellas para que posteriormente se conviertan en piezas modulares traslúcidas que tienen la capacidad de resistir fenómenos naturales como tifones, huracanes o terremotos.

Otro proyecto orientado al reciclaje de botellas PET, es el que transforma las botellas de plástico en bloques o paneles. El proceso de elaboración de los bloques es similar al descrito anteriormente, pues las botellas de plástico, una vez dentro de la máquina, se lavan y son presionados en forma de paneles. Estos bloques o paneles son también altamente resistentes, por lo cual pueden ser utilizados de manera estructural tanto en muros de carga y de contención.

CASOS ANALOGOS

Los casos análogos son proyectos que se pueden ver y estudiar para analizarlo; el proyecto en estudio es similar al que se desarrolla; por lo que la información que en ellos encontramos sirve para ver las virtudes y las deficiencias en el proyecto; permitiendo ello, aplicar los criterios necesarios para elaborar de una forma eficiente nuestro proyecto.

COMPONENTES CONSTRUCTIVOS ELABORADOS CON UNA MEZCLA CEMENTICIA Y AGREGADOS DE PLÁSTICOS RECICLADOS.

CENTRO EXPERIMENTAL DE LA VIVIENDA ECONÓMICA (CEVE); CÓRDOBA, ARGENTINA.

Como ente encargado de velar por la vivienda para familias de bajos ingresos en Argentina, aquí se estudian alternativas que ayuden a bajar los costos de construcción y adquisición de viviendas; por lo que para desarrollar esta investigación se reciclan residuos plásticos para la fabricación de componentes constructivos. Los materiales utilizados fueron: polietileno-tereftalato, procedente de envases descartables de bebidas; y films de plásticos varios: polietileno, polipropileno biorientado y policloruro de vinilo, procedentes de embalajes de alimentos reciclados.

Estos residuos se trituran y se incorporan a una mezcla de cemento Pórtland común, agua y un aditivo químico. Con esta mezcla se fabrican ladrillos, bloques de pared y placas de ladrillos; que se aplican en cerramientos no estructurales de viviendas. Los componentes desarrollados son ecológicos, porque se utiliza para su elaboración un residuo que hasta el presente se recicla sólo en un bajo porcentaje, siendo su destino habitual basurales en donde se acumula o quema produciendo contaminación; o se entierra en predios sanitarios desaprovechando un recurso valioso.

Las etapas realizadas en este proyecto fueron las siguientes:

1. Estudios bibliográficos para actualización del estado de la técnica sobre el tema.
2. Programación y control de experiencias con fabricación de probetas, tomando como variables: dosificación de materiales, granulometrías, tipo de materiales, procedimientos de elaboración, formas de compactación, métodos de curado, y diseño morfológico de componentes.
3. Realización de ensayos normalizados en laboratorios, a fin de establecer propiedades físicas.
4. Programación de ajustes en las fórmulas y en el diseño de los elementos constructivos, en base a las fallas observadas. Repetición del ciclo de actividades.
5. Evaluación económica comparativa de los elementos constructivos desarrollados.
6. Construcción de prototipos experimentales.
7. Evaluación final de los elementos constructivos desarrollados desde los puntos de vista ecológico, técnico, económico y social.

El procedimiento que se utiliza para la fabricación de los elementos constructivos es el siguiente:

Se realiza el triturado del plástico con un molino diseñado para tal fin. Las partículas plásticas se mezclan con cemento Pórtland en una hormigonera, luego se agrega agua con un aditivo químico incorporado. Este aditivo aumenta la adherencia de los plásticos a la mezcla

cementicia. El ligante que se utiliza es cemento Pórtland común. La cuantía es de cemento es de 224,5 kg/m³ en el caso del ladrillo (sección bruta); y 103 kg/m³ en el caso del bloque para muro (sección bruta). El aditivo químico se agrega al agua de mezclado, en un porcentaje del 0,5 % del peso del cemento. Cuando esta mezcla adquiere consistencia uniforme, se la vierte en una máquina de moldear ladrillos o bloques, según elemento constructivo deseado, y se realiza la compresión de la mezcla y la postura de los mampuestos. Se dejan en reposo los mampuestos durante un día y pasan a la etapa de curado con agua, en donde permanecen 7 días.

Después de este tiempo, se los retira y se los almacena en pilas a cubierto hasta cumplir los 28 días desde su elaboración. Luego son llevados a obra para su uso en mamposterías de elevación, o bien se los emplea para fabricar placas de ladrillos.

Características de los materiales utilizados: Cemento: tipo Pórtland común. Aditivo químico: Polímeros acrílicos en suspensión. Plásticos: polietilen tereftalato, polietileno, polipropileno biorientado y policloruro de vinilo. Granulometría de las partículas plásticas: módulo de finura 4.25 en el caso de ladrillos y bloques para techo, y 3.85 en el caso de los bloques para muro.

Existen numerosos antecedentes internacionales y nacionales de utilización de plásticos reciclados en elementos constructivos, pero se diferencian de los productos de esta investigación por los materiales constitutivos, la dosificación, los procedimientos de elaboración, el diseño, las propiedades físicas y químicas, sus aplicaciones, y el costo. La contribución científico – técnica del trabajo consiste en el desarrollo tecnológico de nuevos productos y el estudio de sus propiedades.

LADRILLO ECOLÓGICO COMO MATERIAL SOSTENIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN.

TESIS DOCTORAL. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS AGRÓNOMOS; NAVARRA, ESPAÑA.

En este proyecto, se propone la realización de un nuevo material constructivo, denominado *ecoladrillo*; inspirado en el tradicional adobe y que sustituya al ladrillo convencional cocido. Para ello se emplea un suelo marginal no empleado hasta el momento para la fabricación de ladrillos. Como aditivos comerciales se emplean el cemento para la realización de las combinaciones de referencia y la menos usual pero igual de eficiente cal hidráulica. Como aditivo resistente se utilizan las cenizas de cáscaras de arroz y como aditivo estructurante las cascarillas también de arroz. La adición de estos dos últimos aditivos residuales supone la reducción de un gran impacto medio ambiental ya que las cenizas procedentes de la biomasa

generada por la combustión de los restos de la cosecha del arroz, permanecen por millones de toneladas en vertederos de todo el mundo.

Hasta la definición de este producto se han realizado 4 fases experimentales según se ha ido añadiendo un nuevo aditivo a la muestra. Para la caracterización de cada combinación propuesta en cada fase, se han ejecutado el ensayo de resistencia a compresión simple, el ensayo de absorción y el ensayo de heladicidad.

Además, se ha realizado un seguimiento de las pérdidas de peso que se producen durante el tiempo de curado y las pérdidas de resistencia que se ocasionan tras inmersión y tras los ciclos de hielo/deshielo. Todas las combinaciones estudiadas se han realizado a tres niveles de compactación relativamente bajos (1, 5 y 10 MPa). No obstante, se descarta la realización de estos ladrillos a 1 MPa, sobre todo, porque la estructura de los mismos es excesivamente abierta. Posteriormente, en la penúltima fase se han descartado las combinaciones a 5 MPa ya que, al contrario de lo que se observa a 10 MPa, no se producen mejoras significativas.

Los resultados obtenidos son totalmente satisfactorios. La cal hidráulica natural es un aditivo sostenible y con capacidad de desarrollar resistencia. Además, combinando la cal con el resto de aditivos las diferencias con la combinación de referencia, realizada con cemento, son mínimas. Las cenizas de cáscara de arroz suponen un gran aditivo que potencia a más del doble la resistencia de la muestra con cenizas que sin ellas, demostrando así que favorecen notablemente el desarrollo de las reacciones puzolánicas. Las cascarillas de arroz disminuyen en más de un 10% la densidad de la combinación con únicamente aditivo comercial.

El *ecoladrillo* además de una buena apariencia responde a criterios ecológicos y sostenibles ya que requiere un bajo nivel de energía para su fabricación y se elimina la emisión de CO₂ a la atmósfera al ser ladrillos que no requieren de cocción.

DESARROLLO DE ELEMENTOS MODULARES UTILIZANDO MATERIALES ALTERNATIVOS CON APLICACIONES AL DISEÑO LADRILLO ECOLÓGICO COMO MATERIAL SOSTENIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN.

TESIS DOCTORAL. UNIVERSIDAD DE PAPALOAPAN; OAXACA, MÉXICO.

El presente estudio se enfocó al diseño de un módulo de ensamble sin adhesivos, a partir del uso del material compuesto cemento-plástico, con el fin de construir muros divisorios de bajo costo y que favorezcan el cuidado del medioambiente. El procedimiento consistió dos etapas

básicas; las cuales fueron: desarrollo del material y diseño de módulos autoalineables.

En la primera etapa, se elaboró el material compuesto cemento-plástico para lo cual se utilizaron diferentes relaciones cemento/plástico (0.0156, 0.0468, 0.0936, 0.156, 0.187, 0.3122 y 0.3903) utilizando un tamaño de partícula promedio de 0.8 mm. Para evaluar la resistencia mecánica del material, se realizaron muestras de mortero de forma cubica con dimensiones 5x5x5 cm (En base a la Norma ASTM-C-140-75).

Se dejaron a fraguar por diferentes intervalos de tiempo (1, 3, 7, 14 y 28 días) para determinar el cambio en resistencia mecánica. Adicionalmente se realizaron ensayos de microscopía electrónica de barrido para evaluar cambios estructurales como consecuencia de esfuerzos de carga.

En la segunda etapa, después de que se compararon los resultados de la etapa previa, se seleccionó la muestra más adecuada y se procedió al diseño del módulo autoalineable. Las características básicas que el módulo debía de cumplir son: versatilidad, resistencia, ligereza y ensamble. Se desarrollaron diferentes propuestas de entre las cuales se seleccionó la que se consideró cumplía con las características propuestas.

Después de haber generado el diseño del elemento, se creó el molde en madera, para finalmente crear el módulo real.

10. MATERIALES Y EQUIPO UTILIZADOS PARA EL DESARROLLO DE LAS PRUEBAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO.

Para la elaboración de las pruebas de laboratorio es importante conocer cuáles son los materiales que utilizaremos para ello, así como también el equipo de laboratorio a ocupar para cada ensayo.

MATERIALES.

A continuación describiremos los materiales que se utilizaran para la elaboración de los cubos de ensayo.

A) *CEMENTO*: Son materiales formados por la mezcla y calcinación de materiales existentes en la naturaleza, como la piedra de marga; sustancia caliza y arcillosa. Son los únicos

conglomerantes hidráulicos normalizados, que, amasados con agua, fraguan y endurecen, tanto expuestos al aire, como sumergidos en agua, por ser los productos de su hidratación estables en tales condiciones.

El cemento Portland es el conglomerante hidráulico que resulta de la pulverización de clinker frío, a un grado de finura determinado; al cual se le adiciona sulfato de calcio natural y agua.

A criterio del productor también pueden incorporarse como auxiliares para impartir determinadas propiedades al cemento. Los cementos Portland son cementos hidráulicos; es un producto que se obtiene mezclando íntimamente materias calizas y arcillas o bien otras que contengan Sílice, Alúmina y óxido Férrico (silicato de calcio hidráulicos). Los cementos hidráulicos fraguan y endurecen al reaccionar químicamente con el agua. Durante esta reacción, llamada hidratación, el cemento se combina con el agua para formar una pasta de aspecto similar a una roca. Cuando la pasta (cemento y agua) se agrega a los agregados (arena y grava, piedra triturada u otro material granular) actúa como adhesivo y une todas las partículas de agregados para formar así al concreto.

B) ARENA: Es un conjunto de partículas de rocas disgregadas. Se refiere a partículas de agregado menores de 4.75 mm, pero mayores de 75 micras (malla No. 200), y resulta de la desintegración natural y de la abrasión de la roca o del procesamiento de piedra caliza deleznable. El componente más común de la arena, es el sílice, generalmente en forma de cuarzo. Sin embargo, la composición varía de acuerdo a los recursos y condiciones locales de la roca. Gran parte de la fina arena hallada en los arrecifes de coral, por ejemplo, es caliza molida que ha pasado por la digestión del pez loro. En algunos lugares hay arena que contiene hierro, feldespato o, incluso, yeso.

C) PLÁSTICO: El término plástico, se aplica a las sustancias de similares estructuras que carecen de un punto fijo de evaporación y poseen, durante un intervalo de temperaturas, propiedades de elasticidad y flexibilidad que permiten moldearlas y adaptarlas a diferentes formas y aplicaciones. Son materiales poliméricos orgánicos, que pueden deformarse hasta conseguir una forma deseada por medio de extrusión, moldeo o hilado. Las moléculas pueden ser de origen natural, por ejemplo la celulosa, la cera y el caucho natural; o sintéticas, como el polietileno y el nylon.

D) *AGUA*: Es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. El término agua generalmente se refiere a la sustancia en su estado líquido, aunque la misma puede hallarse en su forma sólida llamada hielo, y en su forma gaseosa denominada vapor. Como regla general se puede decir que el agua apta para el amasado y curado del mortero en la mayoría de los casos es el agua potable.

EQUIPO.

A continuación describiremos el equipo de laboratorio que se utilizara para la elaboración de los cubos de ensayo.

A) *PALA*: Una pala es una herramienta de mano utilizada para excavar o mover materiales con cohesión relativamente pequeña. Consta básicamente de una superficie plana con una ligera curvatura que sirve para cavar en la tierra y de un mango de metal o madera.

B) *CUCHARA*: Es una herramienta usada en albañilería formada por una lámina metálica de forma triangular sujeta por un mango de madera que se emplea para aplicar y manejar el mortero y la argamasa.

C) *CINTA MÉTRICA*: Una cinta métrica es un instrumento de medida que consiste en una cinta flexible graduada y se puede enrollar, haciendo que el transporte sea más fácil, con ella se pueden medir líneas y superficies curvas.

D) *VERNIER O PIE DE REY*: Es una segunda escala auxiliar que tienen algunos instrumentos de medición, que permite apreciar una medición con mayor precisión al complementar las divisiones de la regla o escala principal del instrumento de medida. Instrumento utilizado para medir dimensiones de objetos relativamente pequeños, desde centímetros hasta fracciones de milímetros.

E) *BALANZA*: La balanza es un instrumento que sirve para medir la masa. Para realizar las mediciones se utilizan patrones de masa cuyo grado de exactitud depende de la precisión del instrumento. Al igual que en una romana, pero a diferencia de una báscula o un dinamómetro, los resultados de las mediciones no varían con la magnitud de la gravedad.

F) *TAMIZ*: Utensilio que se usa para separar las partes finas de las gruesas de algunas cosas y que está formado por una tela metálica o rejilla tupida que está sujeta a un aro.

G) *TAMIZADOR MECÁNICO*: Consiste en hacer pasar una mezcla de partículas de diferentes tamaños por un tamiz, cedazo o cualquier cosa con la que se pueda colar. Las partículas de menor tamaño pasan por los poros del tamiz o colador atravesándolo y las grandes quedan atrapadas por el mismo.

H) *HORNO DE SECADO*: Comúnmente usado para deshidratar reactivos, muestras de laboratorio o secar instrumentos. El horno aumenta su temperatura gradualmente conforme pase el tiempo así como también sea su programación, cuando la temperatura sea la óptima y se estabilice, el térmico mantendrá la temperatura; si esta desciende volverá a activar las resistencias para obtener la temperatura programada.

I) *CHAROLA*: Bandeja o recipiente.

J) *GUANTES DE HULE*: su principal uso es en los trabajos relacionados con elementos químicos y/o que requieren limpieza. Para su mantenimiento, se recomienda lavarlos con agua y un poco de amoníaco diluido y secarlos siempre del revés.

K) *ESPÁTULA*: Es una herramienta que consiste en una lámina plana de metal con agarradera o mango similar a un cuchillo con punta roma.

L) *CRONOMETRO*: Es un reloj cuya precisión ha sido comprobada y certificada por algún instituto o centro de control de precisión.

M) *PROBETA*: La probeta es un instrumento volumétrico consistente en un cuadrado rectangular cilíndrico, graduado de vidrio que permite contener líquidos y sirve para medir volúmenes de forma aproximada.

N) *VICAT*: Es un aparato de medida de la dureza. Se emplea en aquellos materiales que no poseen un punto de fusión definido, tal y como algunos plásticos. Se emplea igualmente en la determinación de los tiempos de fraguado de los hormigones

Ñ) *PIPETA*: Es un instrumento volumétrico de laboratorio que permite medir la alícuota de líquido con bastante precisión. Está formada por un tubo transparente que termina en una de sus puntas de forma cónica, y tiene una graduación (una serie de marcas grabadas) con la que se indican distintos volúmenes.

O) *MATRAZ*: Recipiente de cristal donde se mezclan las soluciones químicas, generalmente de forma esférica y con un cuello recto y estrecho, que se usa para contener líquidos.

P) *MOLDE METÁLICO*: Es una pieza, o un conjunto de piezas acopladas; interiormente huecas pero con los detalles e improntas exteriores del futuro sólido que se desea obtener. En su interior se vierte el material fluido que cuando se solidifica adquiere la forma del molde que lo contiene.

Q) *FRANELA*: La franela es un tejido suave, de varios tipos de calidades; hechas de lana, de algodón, o fibras sintéticas.

11. ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS A LOS MATERIALES.

En este apartado se describen cada una de las pruebas de laboratorio realizadas a los materiales utilizados en la elaboración de los cubos de ensayo y los prototipos de los elementos arquitectónicos a diseñar.

ARENA.

Las pruebas realizadas a la arena se detallan a continuación:

A) *OBTENCIÓN DEL MATERIAL DE UN BANCO DE PRÉSTAMO*: Selección de la arena partir de un lugar determinado de extracción. Luego de recoger la muestra en campo, se clasifica la misma a un tamaño adecuado para pruebas; empleando técnicas que permitan minimizar las variaciones en las características que se medirán en la muestra de campo y la de laboratorio.

El tamaño de la muestra será el establecido en la norma *ASTM D-75*. Y cuando se vayan a realizar pruebas adicionales, el usuario; por sí mismo deberá determinar cuál es el tamaño de la muestra de campo para poder realizar todas las pruebas.

B) MÉTODO DEL CUARTEO: Clasificación de un porcentaje de la arena para realizarle las pruebas de calidad. Dicho método se puede desarrollar ya sea de forma manual o de manera mecánica.

**** MÉTODO DE CUARTEO MECÁNICO:** Los divisores de muestras mecánicas deberán tener un número de ranuras de igual ancho que no sea menor de ocho (8), para agregado grueso; los que descargarán alternadamente a cada lado del divisor.

El divisor debe estar prov

isto de dos recipientes que recogerán cada una de las partes de la muestra dividida, tendrá también una tolva o charola en la parte superior que tendrá un ancho igual o ligeramente superior al ancho total de las ranuras divisoras, por medio de la cual la muestra puede ser vertida a velocidad constante hacia las ranuras.

1. Colocar la muestra de campo en la charola o tolva y se distribuye uniformemente a todo lo largo de tal forma que cuando caiga fluya, aproximadamente una cantidad igual de material en cada ranura, la velocidad a la que la muestra se descarga hacia las ranuras deberá ser tal que se mantenga todo el tiempo un flujo libre por la ranura hacia los recipientes.
2. Se reintroduce la porción de la muestra recogida en uno de los recipientes, en el divisor tantas veces como sea necesario para reducir la muestra al tamaño necesario para realizar la prueba.

**** MÉTODO DE CUARTEO MANUAL:** Para extraer esta muestra es necesario una regla, un cucharón, pala o cuchara, una escoba o cepillo y una lona gruesa de aproximadamente 6 por 8 pies.

1. Colocar la muestra de campo en una superficie dura, limpia y nivelada, de tal manera que no se pierda material ni haya contaminaciones accidentales por la adición de materiales extraños.
2. Mezclar el material traspaleando la muestra entera al menos tres veces, en el último traspaleo formar con la totalidad de la muestra una pila cónica.
3. Presionar con la pala la parte superior de la pila hasta obtener un espesor y diámetro uniforme de tal forma que cada cuarto de la pila contenga el material que originalmente se

encontraba en él. Se determina que el diámetro de la pila debe ser aproximadamente de cuatro (4) a ocho (8) veces su espesor.

4. Dividir la pila formada con la pala en cuartos aproximadamente iguales y remueva los cuartos diagonalmente opuestos incluyendo todo el material fino.

5. Mezclar y cuartear sucesivamente el material hasta que la muestra se reduzca al tamaño deseado.

C) *DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD MEDIANTE EL SECADO AL HORNO:* Para determinar la humedad es necesario contar con una charola, un desecador, un par de guantes, un cucharón, una espátula y un horno con capacidad para mantener temperaturas uniformes de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. La prueba es establecida en la norma *ASTM C 566 – 97*.

1. Cuartear las veces que sean necesarias hasta obtener el peso mínimo recomendable.

2. Determinar el peso de la charola limpia y seca.

3. Colocar la muestra húmeda representativa en la charola y pesarlo.

4. Secar el material a peso constante a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$.

5. Pesar el material seco.

D) *DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO:* Es la relación del peso del agregado al peso de un volumen igual de agua (agua desplazada por inmersión). Se considera que en el agregado todos los vacíos permeables están llenos de agua pero sin agua superficial. El peso específico se usa para el cálculo en el diseño de mezclas, especialmente para mezclas de concreto; por medio del peso específico obtenemos el volumen de los agregados en la mezcla. La prueba es establecida en la norma *ASTM C 128 – 01*.

Para realizar la prueba se necesita una balanza, un matraz, un molde metálico, una probeta y franela. Dicha prueba comprende 3 pasos generales, los cuales se detallan a continuación:

*** Preparación de la muestra.*

1. Obtener aproximadamente 1 kg. de agregado fino de la muestra seleccionada según el procedimiento ASTM – D 75.
2. Secar el material en una charola apropiada a peso constante con una temperatura de $110 \pm 5^\circ \text{C}$.
3. Dejar que enfríe la muestra hasta que se pueda manipular cómodamente.
4. Cubrirla con agua ya sea por medio de la inmersión ó agregándole por lo menos un 6% de humedad del agregado fino y permitir que permanezca así durante $24 \pm 4 \text{ h}$.
5. Después de las 24 horas de inmersión remover el exceso de agua con cuidado para evitar pérdida de fino.
6. Extender la muestra en una superficie plano no absorbente expuesta a una corriente ligera de aire caliente y moverla frecuentemente para asegurar un secado homogéneo.
7. Continuar con la operación de secado hasta que la muestra se aproxime a una condición de flujo libre.
8. Si la muestra ya se le observa una condición de flujo libre, seguir el procedimiento de *“Prueba del cono para la determinación de la humedad superficial de la muestra”*. La intención con este primer intento es ver si la muestra ya está saturada con superficie seca.
9. Si no se ha logrado la condición anterior continuar secando con movimientos constantes y pruebas a intervalos frecuentes hasta que la muestra haya alcanzado su condición de superficialmente seca.
10. Si en el primer intento la muestra ha pasado a una condición seca se puede agregar unos milímetros de agua, y dejar que la muestra permanezca unos 30 minutos.
11. Continuar probando hasta alcanzar que el agregado fino esté en su condición de saturado con superficie seca.

*** Prueba del cono para la determinación de la humedad superficial del agregado fino.*

1. Sostener el molde firmemente sobre una superficie lisa no absorbente con el diámetro mayor hacia abajo.
2. Colocar una porción de agregado fino parcialmente seca dejándolo caer suelto dentro del molde y llenándolo en exceso hasta que se desborde por arriba del diámetro superior del molde, sostenido con los dedos.
3. Apisonar ligeramente el agregado dentro del molde con 25 golpes ligeros del pisón, distribuidos y verticales.
4. Cada caída del pisón deberá empezar 5 mm arriba de la superficie del agregado fino.
5. Permitir al pisón caer libremente por su propio peso.
6. Ajustar el peso de caída del pisón (5 mm) para cada golpe sobre la superficie.
7. Retirar la arena regada de la base del molde y levantar el molde verticalmente.
8. Si al levantar el molde la muestra mantiene la forma del molde sin desbordarse, significa que el agregado fino todavía mantiene la humedad en la superficie de las partículas. Pero si el agregado fino cae ligeramente indica que se ha logrado la condición superficialmente seca.

*** Procedimiento con el Picnómetro o matraz.*

1. Pesar el picnómetro vacío seco y limpio.
2. Llenar el picnómetro con agua hasta la marca de calibración a una temperatura de $23 \pm 1.7^\circ \text{C}$.
3. Pesar 500 ± 10 gramos de agregado fino saturado superficialmente seco, de la que se ha obtenido con la prueba del cono.
4. Llenar parcialmente de nuevo el picnómetro con agua más o menos a $1/3$ de su volumen.
5. Inmediatamente después introducir en el picnómetro 500 ± 10 gr. de agregado fino saturado con superficie seca y llenarlo con agua hasta un 90% de su volumen.

6. Eliminar todas las burbujas de aire.

7. Ajustar la temperatura del conjunto del picnómetro a $23 \pm 1.7^{\circ}$ C por inmersión en agua o en circulación si es necesario y terminar de llenar el picnómetro con agua hasta la marca de calibración (el agua de inmersión como la del picnómetro debe estar a $23 \pm 1.7^{\circ}$ C al momento de pesarlo).

8. Determinar el peso total del picnómetro, material fino y agua hasta la marca de calibración.

9. Remover el material fino del picnómetro utilizando un recipiente adecuado y dejarlo reposar, después de unos minutos expulsar el agua en exceso, teniendo cuidado de no perder material fino.

10. Secar el material fino a peso constante con una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}$ C.

11. Pesarse el material seco.

E) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO PARA CONCRETO: Se le ha definido como la distribución de los tamaños de las partículas que constituyen una masa de agregados; la granulometría se determina por análisis de tamices. El tamaño de la partícula del agregado se determina por medio de tamices de malla de alambre con aberturas cuadradas. Todos los tamices están montados en marcos que se apilan acomodados uno sobre otro en orden de tamaño, con el tamiz más grande en la parte superior. El material retenido en cada tamiz después de haberlo sacudido representa la fracción de agregado más grueso que el tamiz donde se encuentra. La granulometría y los límites de granulometría se expresan como el porcentaje de material que pasa por cada malla. Lo anterior está contemplado en la norma *ASTM C 136 – 01*.

Para realizar la prueba se necesita una balanza, tamices, charolas, cucharas, brochas, agitador mecánico de mallas y un horno de secado.

1. Secar la muestra a una temperatura constante de 110° C \pm 5° C.

2. Obtener el peso de la muestra a ensayar.
3. Seleccionar las mallas apropiadas para proveer la información requerida por las especificaciones que debe cubrir el material que se está ensayando.
4. Colocar las mallas en orden de tamaño de abertura decreciente, de arriba hacia abajo terminado con la charola de fondo, colocando la muestra en la malla superior y cubriéndola con su tapa.
5. Agitar las mallas manualmente o por un aparato mecánico por un período suficiente de tiempo establecido por la prueba (10 min. de agitación).
6. Obtener el peso retenido en cada malla.

Los resultados del análisis granulométrico comúnmente se representan de manera gráfica mediante la curva de granulometría o línea de cribado. En una gráfica de granulometría, sobre el eje de las ordenadas (eje Y) se representa el porcentaje acumulado que pasa a través de los tamices en escala aritmética; y sobre el eje de las abscisas (eje X) se indican las aberturas de los tamices.

F) DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO EN AGREGADOS: El peso volumétrico de un agregado, comúnmente conocido como masa unitaria, está definido como la relación existente entre el peso de una muestra de agregado compuesta de varias partículas y el volumen que ocupan esas partículas agrupadas dentro de un recipiente de volumen conocido, de tal manera que al colocar el agregado dentro de un recipiente, se tendrá un acomodamiento de las partículas en el que el menor volumen de espacios entre partícula y partícula se logra cuando se coloca la mayor cantidad posible de piedras, lo cual depende; del tamaño, la granulometría, la forma y la textura del agregado. El peso volumétrico también depende de cuán densamente se haya comprimido el agregado, y se entiende que, para un material de cierta densidad, el peso volumétrico depende del tamaño, distribución y forma de las partículas. Ello está definido en la norma *ASTM C 29 – 03*.

Para realizar la prueba se necesita una balanza, varilla de acero, recipiente y cucharón. Dicha prueba se puede realizar por el método de varillado, sacudido o vaciado con pala.

*** Procedimiento de compactado por varilla*

1. Pesar el recipiente seco y limpio.
2. Llenar el recipiente hasta la tercera parte de su volumen y nivelar la superficie de la capa con los dedos.
3. Varillar la capa de material con 25 golpes distribuidos en toda su superficie.
4. Colocar la segunda capa hasta los 2/3 partes de su volumen y nivelar nuevamente la capa con los dedos y compactarla con 25 golpes distribuidos.
5. Finalmente, llenar el recipiente hasta que rebalse y compactarlo de la misma manera que las dos capas anteriores.
6. Concluido lo anterior, determinar el peso del recipiente más agregado registrando este valor con una aproximación de 0.1 lbs.

*** Procedimiento de peso volumétrico del agregado*

1. Pesar el recipiente seco y limpio.
2. Llenar el recipiente hasta que rebalse utilizando un cucharón adecuado, descargando o dejando caer el agregado a una altura que no exceda de 2 pulgadas. (50 mm) del borde superior del recipiente.
3. Dejar caer el agregado uniformemente girando el cucharón para evitar la segregación.
4. Nivelar la superficie con los dedos o una regla.
5. Concluido lo anterior, pesar el recipiente más agregado con un aproximación de 0.1 lbs.

CEMENTO.

Las pruebas realizadas al cemento se detallan a continuación:

A) *DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO PORTLAND*: El peso específico relativo es la relación entre el peso de un volumen dado de material a cierta temperatura, al peso de un volumen igual de agua a esa misma temperatura. Dicha prueba esta especificada en la norma *ASTM C 188 – 95*.

Para realizar la prueba se necesita balanza, guantes, matraces, charolas, cucharon, probetas y pipetas.

1. Determinar el peso específico del kerosene.

1.1 Lavar el matraz con abundante agua y jabón líquido, y secar el matraz interior y exteriormente, haciendo uso de una franela o papel absorbente.

1.2 Obtener el peso del matraz seco y limpio.

1.3 Depositar kerosene en el matraz y aforar, obtener el peso del matraz más kerosene.

1.4 Calcular el peso del kerosene.

1.5 Calcular el peso específico del kerosene:

$$p.e.k = \text{peso de kerosene} / \text{volumen de kerosene} = P5/500 \text{ cm}^3$$

2. Determinar el peso específico del cemento.

2.1 Nuevamente limpiar y secar bien el matraz y determinar su peso.

2.2 Introducir en el matraz aproximadamente 150 gr. de cemento y pesarlo con el contenido de cemento.

2.3 Calcular el peso del cemento.

2.4 Usando un embudo de vidrio, introducir kerosene hasta las 3/4 partes del matraz.

2.5 Eliminar las burbujas de aire atrapadas en el cemento

2.6 Introducir más kerosene en el matraz hasta llegar a la marca de aforo

2.7 Secar interiormente el cuello del matraz con papel absorbente y aforar.

2.8 Obtener el peso del matraz + cemento + kerosene

2.9 Calcular el volumen de cemento:

$$V.C = 500 \text{ Cm}^3 - \text{volumen de kerosene.}$$

2.10 Calcular el volumen de kerosene:

$$V.k. = \text{peso del kerosene} / \text{peso específico del kerosene.}$$

2.11 Calcular el peso específico del cemento:

$$P.e.c. = \text{peso del cemento} / \text{volumen del cemento}$$

B) CONSISTENCIA NORMAL DE UNA PASTA DE CEMENTO: La consistencia se mide por medio del aparato de Vicat, utilizando un émbolo de 10 mm de diámetro y colocándolo en un molde. Enseguida se coloca el émbolo en contacto con la superficie superior de la pasta y se suelta. Por la acción del propio peso del émbolo, éste penetra en la pasta, y la profundidad de penetración depende de la consistencia de la pasta.

La pasta se considera de consistencia normal cuando la sonda penetra 10 milímetros+/- 1 milímetro a los 30 segundos de haber sido soltada. Dicha prueba esta especificada en la norma *ASTM C 187- 98*.

Para realizar la prueba se necesita el Vicat, guantes, espátula, cronometro, charolas, probetas, balanza, malla N°40, cucharon. Es de considerar que para el desarrollo de la prueba es necesario calibrar el Vicat.

Para calibrar el Vicat es necesario colocar sobre la base del aparato de Vicat la placa y el anillo cónico con el diámetro menor hacia arriba, luego colocar el vástago sobre la parte superior del diámetro menor del anillo cónico aflojando el tornillo del movimiento vertical del vástago y por ultimo; colocar la flecha indicadora en cero, de la parte superior de la escala.

1. Pesar 500 grs de cemento y colocarlo en la charola formando un cono con cráter en el cemento.
2. Agregar agua, el 30% del peso del cemento (30% de 500) (se recomienda para el cemento portland tipo I iniciar con el 30% ya que la consistencia normal para este tipo de cemento es más o menos de este porcentaje).
3. Formar la pasta comprimiéndola y amasándola continúa y vigorosamente con las manos enguantadas, procurando una distribución uniforme del agua y evitando la formación de grumos, el tiempo transcurrido desde la colocación del agua y el amasado es de 8 minutos.
4. Concluido el amasado, formar una bola con la pasta de cemento, la cual se lanza consecutivamente de una mano a la otra con una separación de 15 cm aproximadamente.
5. Con la bola en la palma de la mano y el anillo cónico en la otra introducir la bola de cemento dentro del anillo por la base mayor, comprimiéndola hasta llenarlo por completo.
6. Quitar el sobrante de la pasta de la base mayor.
7. Colocar el anillo con la pasta por su base mayor sobre la placa. El sobrante de la pasta de la base menor se quita mediante un corte oblicuo con el filo de la espátula inclinada ligeramente. Si es necesario se alisa la superficie con la espátula sin presionar la pasta.
8. Inmediatamente colocar la muestra (placa, anillo, cónico con la pasta alisada) sobre la base del aparato de Vicat.
9. Con el tornillo que permite el movimiento vertical del vástago, ajustar de manera que la parte inferior del vástago quede rozando la superficie de la pasta.
10. Verificar que la flecha indicadora este en posición cero.
11. Soltar el vástago aflojando con rapidez el tornillo que permita el movimiento vertical y dejar penetrar por su propio peso por 30 segundos.

12. Inmediatamente después de los 30 segundos leer la penetración del vástago en mm.
13. Repetir Este procedimiento variando los porcentajes de agua hasta alcanzar la consistencia normal de la pasta de cemento. Nunca utilizar la misma pasta para utilizar otro porcentaje de agua.
14. Se considera que una pasta de cemento tiene una consistencia normal cuando el vástago del aparato de Vicat penetra 10 ± 1 mm en la pasta en un tiempo de 30 segundos. El aparato debe permanecer libre de vibraciones durante la penetración.

C) DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO: Las condiciones de tiempo y temperatura durante el proceso de fraguado son otros de los factores que afectan la resistencia del concreto. En climas fríos, el proceso de hidratación del cemento es más lento debido a que el medio ambiente le “roba” parte del calor de hidratación con el subsiguiente retardo del tiempo de fraguado y por lo tanto, la adquisición de resistencia tardía. Por el contrario, cuando la temperatura es elevada, se aumenta la resistencia a muy temprana edad, pero se disminuye aproximadamente después de los 7 días. La razón de este fenómeno, ocurre porque una rápida hidratación inicial de los granos de cemento es superficial y parece formar pasta con una estructura física más pobre y posiblemente más porosa. La norma que controla dicho proceso es la *ASTM C 191 – 01*.

Para realizar la prueba se necesita el Vicat, guantes, espátula, cronometro, charolas, probetas, balanza, malla N°40, cucharon.

1. Pesar 500 grs de cemento y mezclarlo con el porcentaje de agua requerido para obtener la consistencia normal.
2. Formar la pasta comprimiéndola y amasándola de forma continua y vigorosamente con las manos enguantadas, procurando una distribución uniforme del agua y evitando la formación de grumos, el tiempo transcurrido desde la colocada del agua y el amasado es de 8 minutos.
3. Concluido el amasado formar una bola con la pasta de cemento, la cual se lanza consecutivamente seis veces de una mano a la otra con una separación de 15 cm aproximadamente.

4. Con la bola en la palma de la mano y el anillo cónico en la otra introducir la bola de cemento dentro del anillo por la base mayor comprimiéndola hasta llenarlo por completo.
5. Quitar el sobrante de la pasta de la base mayor.
6. Colocar el anillo con la pasta por su base mayor sobre la placa. El sobrante de la pasta de la base menor se quita mediante un corte oblicuo con el filo de la espátula inclinada ligeramente. Si es necesario se alisa la superficie con la espátula sin presionar la pasta.
7. Inmediatamente colocar la muestra (placa, anillo, cónico con la pasta alisada) sobre la base del aparato de Vicat.
8. Con el tornillo que permite el movimiento vertical del vástago, ajustar de manera que la parte inferior de la aguja quede rozando la superficie de la pasta.
9. Verificar que la flecha indicadora este en posición cero.
10. Mantener el espécimen en la cámara húmeda durante 30 minutos después de moldeado para realizar la primera prueba, de ahí en adelante cada 15 minutos (cada 10 minutos para cementos tipo III)
11. Para realizar la penetración soltar el vástago aflojando con mucho cuidado el tornillo que permita el movimiento vertical y dejar penetrar la aguja por su propio peso por 30 segundos.
12. Inmediatamente después de los 30 segundos leer la penetración de la aguja de 1 mm
13. Registrar los resultados de todos los ensayos de penetración y por interpolación determinar el tiempo que corresponde a una penetración de 25 mm. Este será el tiempo de fraguado.

PLÁSTICO PET.

Con relación a las botellas de plástico reutilizable, estas pasan por un proceso básico y sencillo para su reutilización; el cual se detalla a continuación.

1. Acopio de Material.
2. Clasificación y separación de Material.
3. Limpieza y secado de Material.
4. Peletizado, molido o triturado de Material.

12. DATOS Y ANÁLISIS OBTENIDOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS EN BASE A LAS PROPORCIONES ESTABLECIDAS.

A continuación se presentan las tablas con las cantidades y las pruebas realizadas a los materiales que fueron utilizados en la elaboración de los cubos de ensayo. Para diseñar los cubos se utilizó plástico molido y plástico triturado, que fueron incorporados a una mezcla de cemento Portland, arena y agua.

PRUEBAS A LOS MATERIALES.

A) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD MEDIANTE EL SECADO AL HORNO

RECIPIENTE NO.	13	17	22	20
PESO SUELO HUMEDO + TARA (grs)	97.6	92.4	108.7	139.5
PESO SUELO SECO + TARA (grs)	85	80	106.1	136.4
PESO DE RECIPIENTE (grs)	15.1	13	13.2	14.7
PESO DE AGUA (grs)	12.6	12.4	2.6	3.1
PESO SUELO SECO (grs)	69.9	67	92.9	121.7
CONTENIDO DE HUMEDAD %	18.03	18.51	2.80	2.55
PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD %	18.3		2.7	

Cuadro 1. Análisis de la arena. Prueba de Laboratorio realizada en el taller de Ingeniería Civil y Arquitectura. ITCA – FEPADÉ; Sede Central.

B) DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

Matraz	Peso de matraz + agua (gr)	Peso de matraz + agua + arena (gr)	Peso de arena seca (gr)	Peso específico	Absorción %
21	679.3	952.2	485.35	2.14	3.02
8	660.4	918.8	485.9	2.01	2.9

Cuadro 2. Análisis de la arena. Prueba de Laboratorio realizada en el taller de Ingeniería Civil y Arquitectura. ITCA – FEPADE; Sede Central.

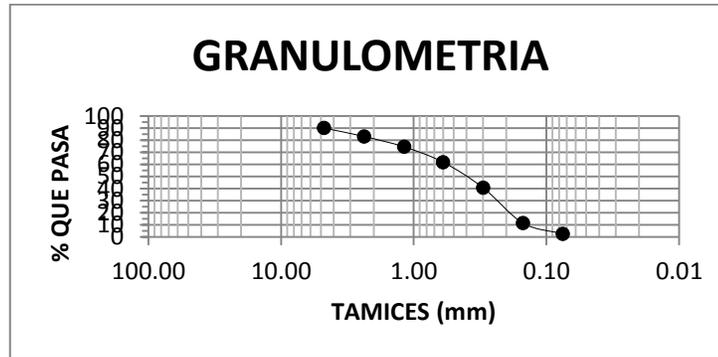
C) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO PARA CONCRETO

PESO BRUTO gr	870	TARA gr	113.5
PESO NETO gr	756.5		

Cuadro 3. Análisis de la arena. Prueba de Laboratorio realizada en el taller de Ingeniería Civil y Arquitectura. ITCA – FEPADE; Sede Central.

AGREGADO FINO					
MALLA NO. (PULG)	ABERTURA (MM)	PESO RET. PARCIAL (GR)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
NO. 4	4.75	76	10.05	10.05	89.95
NO. 8	2.36	52.7	6.97	17.01	82.99
NO. 16	1.18	65	8.59	25.60	74.40
NO. 30	0.6	95.8	12.66	38.27	61.73
NO.50	0.30	159.5	21.08	59.35	40.65
NO.100	0.15	221.4	29.27	88.62	11.38
NO. 200	0.075	67.2	8.88	97.50	2.50
FONDO		18.9	2.50	100.00	0.00
SUMA		756.5	100		

Cuadro 4. Análisis de la arena. Prueba de Laboratorio realizada en el taller de Ingeniería Civil y Arquitectura. ITCA – FEPADE; Sede Central.



Cuadro 5. Análisis de la arena. Prueba de Laboratorio realizada en el taller de Ingeniería Civil y Arquitectura. ITCA – FEPADE; Sede Central.

D) DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO PORTLAND

PESO ESPECÍFICO DEL KEROSENE	
Peso de matraz	181.10
Peso de matraz + kerosene	581.10
Peso de kerosene	400.00
Volumen de kerosene (Cm3)	500.00
Peso específico del kerosene (gr/cm3)	0.80

Cuadro 6. Análisis del cemento. Prueba de Laboratorio realizada en el taller de Ingeniería Civil y Arquitectura. ITCA – FEPADE; Sede Central

CONCEPTO	PESO (gm)
Peso de matraz	178.20
Peso de matraz + cemento	327.90
Peso de cemento	149.70
Peso de matraz + cemento + kerosene	683.20
Peso de kerosene	355.30
Volumen de kerosene	444.13
Volumen de cemento	55.87
Peso específico del cemento (gr/cm3)	2.68

Cuadro 7. Análisis del cemento. Prueba de Laboratorio realizada en el taller de Ingeniería Civil y Arquitectura. ITCA – FEPADE; Sede Central

E) CONSISTENCIA NORMAL DE UNA PASTA DE CEMENTO

	CEMENTO		
Muestra	1	2	3
Tipo de Cemento	PORTLAND 1	PORTLAND 1	PORTLAND 1
Marca de Cemento	HOLCIM	HOLCIM	HOLCIM
Temperatura Inicial (°C)	0	0	0
Cantidad de Agua (ml)	150	200	175
Peso de Cemento (gr)	500	500	500
Lectura inicial (mm)	0	0	0
Lectura final (mm)	17	40	10.5
Penetración del embolo en 30.0seg.	17	40	10.5
Temperatura final (°C)	30	31	31
Relación agua / cemento (%)	30	40	35

Cuadro 8. Análisis del cemento. Prueba de Laboratorio realizada en el taller de Ingeniería Civil y Arquitectura. ITCA – FEPADE; Sede Central

3.4.2 PRUEBAS A LOS PROTOTIPOS.

A continuación detallamos el proceso de elaboración de los cubos de ensayo, desde la determinación de las proporciones y el armado de los moldes hasta la prueba de compresión realizada en cada uno de ellos. Con dichas pruebas logramos determinar el peso y la resistencia de los elementos elaborados

Foto 1 y 2. Preparación de Moldes. Proceso realizado en el taller de Ingeniería Civil y Arquitectura ITCA – FEPADE; Sede Central.



Foto 3 y 4. Preparación de Mezclas. Proceso realizado en el taller de Ingeniería Civil y Arquitectura. ITCA – FEPADE; Sede Central



Foto 5 y 6. Llenado de Moldes. Proceso realizado en el taller de Ingeniería Civil y Arquitectura ITCA – FEPADE; Sede Central

Foto 7 y 8. Curado de Cubos Elaborados. Proceso realizado en el taller de Ingeniería Civil y Arquitectura ITCA – FEPADE; Sede Central.



Foto 9, 10 y 11. Prueba de Compresión. Proceso realizado en el taller de Ingeniería Civil y Arquitectura. ITCA – FEPADE; Sede Central



Foto 12, 13 y 14. Resultado de la Prueba de Compresión. Proceso realizado en el taller de Ingeniería Civil y Arquitectura.

13. TABLAS Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS.

A continuación se muestran las tablas con las diferentes proporciones de material utilizado y los resultados obtenidos en cada uno de ellos en cuanto a volumen, peso y resistencia alcanzada en los cubos de 5cms elaborados.

Se considera que para la elaboración de cada uno de los cubos se desarrolla una mezcla cementicia a la cual se le agrega el plástico reciclado previamente procesado y el porcentaje de agua; con lo cual se genera el mortero que se vierte en los moldes elaborados.

A) PROPORCIÓN CEMENTO – PLÁSTICO TRITURADO

CALCULO PESO VOLUMETRICO Y RESISTENCIA DE MORTERO (14 Dias)								
No.	PROPORCION	DIMENSIONES DE LA MUESTRA			Volumen cm ³	Peso gr	Peso Volumetrico gr/cm ³	Resistencia kg/cm ²
	Cemento - PET Triturado	Ancho cm	Largo cm	Altura cm				
1.00	01 - 1.0	5.30	5.10	5.00	135.15	116.60	0.86	5.10
2.00	01 - 0.75	5.10	5.70	5.10	148.26	155.70	1.05	18.33
3.00	01 - 0.50	5.10	5.40	5.10	140.45	182.90	1.30	32.63
4.00	01 - 0.25	5.20	5.10	4.60	121.99	205.50	1.68	47.33

Tabla 1. Calculo de pesos y resistencias. Prueba de Laboratorio realizada en el taller de Ingeniería Civil y Arquitectura. ITCA – FEPADE; Sede Central.

CALCULO PESO VOLUMETRICO Y RESISTENCIA DE MORTERO (28 Dias)								
No.	PROPORCION	DIMENSIONES DE LA MUESTRA			Volumen cm ³	Peso gr	Peso Volumetrico gr/cm ³	Resistencia kg/cm ²
	Cemento - PET Triturado	Ancho cm	Largo cm	Altura cm				
1.00	01 - 1.0	5.20	5.10	5.20	137.90	114.90	0.83	11.76
2.00	01 - 0.75	5.20	5.20	5.00	135.20	157.00	1.16	28.35
3.00	01 - 0.50	5.20	5.20	5.00	135.20	180.40	1.33	41.57
4.00	01 - 0.25	5.20	5.20	5.10	137.90	234.00	1.70	58.42

Tabla 2. Calculo de pesos y resistencias. Prueba de Laboratorio realizada en el taller de Ingeniería Civil y Arquitectura. ITCA – FEPADE; Sede Central.

B) PROPORCIÓN CEMENTO – PLÁSTICO MOLIDO.

CALCULO PESO VOLUMETRICO Y RESISTENCIA DE MORTERO (14 Dias)								
No.	PROPORCION	DIMENSIONES DE LA MUESTRA			Volumen cm ³	Peso gr	Peso Volumetrico gr/cm ³	Resistencia kg/cm ²
	Cemento - PET Molido	Ancho cm	Largo cm	Altura cm				
1	01 - 1.0	5.20	5.20	5.10	137.90	115.10	0.83	7.10
2	01 - 0.75	5.40	5.20	5.10	143.21	135.10	0.94	13.26
3	01 - 0.50	5.20	5.20	5.20	140.61	168.10	1.20	34.60
4	01 - 0.25	5.30	5.20	5.10	140.56	184.30	1.31	35.52

Tabla 3. Calculo de pesos y resistencias. Prueba de Laboratorio realizada en el taller de Ingeniería Civil y Arquitectura. ITCA – FEPADE; Sede Central.

CALCULO PESO VOLUMETRICO Y RESISTENCIA DE MORTERO (28 Dias)								
No.	PROPORCION	DIMENSIONES DE LA MUESTRA			Volumen cm ³	Peso gr	Peso Volumetrico gr/cm ³	Resistencia kg/cm ²
	Cemento - PET Molido	Ancho cm	Largo cm	Altura cm				
1	01 - 1.0	5.20	5.20	5.20	140.61	120.50	0.86	21.40
2	01 - 0.75	5.10	5.20	5.10	135.25	134.00	0.99	42.75
3	01 - 0.50	5.20	5.20	5.10	137.90	168.10	1.22	62.66
4	01 - 0.25	5.20	5.20	5.10	137.90	184.30	1.34	72.20

Tabla 4. Calculo de pesos y resistencias. Prueba de Laboratorio realizada en el taller de Ingeniería Civil y Arquitectura. ITCA – FEPADE; Sede Central.

Considerando cada una de las proporciones ensayadas, el tipo de plástico utilizado para cada mezcla y los resultados obtenidos; optamos por utilizar la mezcla Cemento – PET Molido con proporción 01 - 0.50 (1 proporción de cemento y 0.50 proporción de plástico) como modelo para la elaboración de los prototipos a escala; dado que dicha proporción está dentro de los parámetros mínimos de resistencia para elementos arquitectónicos y posee un peso específico menor si lo comparamos con los elementos tradicionales.

ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS

Podemos considerar como elementos arquitectónicos a aquellos que cumplen funciones decorativas o estéticas.

Dicha definición la ampliamos en nuestra investigación e incluimos para ello aquellos elementos que aunque no hagan una función estrictamente estética, no cumplen funciones estructurales dentro de las edificaciones; de las cuales podemos mencionar: paneles, losetas, divisiones, topes de estacionamiento, zócalos. Todo ello con el propósito de tener una gama más amplia a la hora de definir los elementos que se diseñaran como prototipo.

Para la elaboración de cada uno de los elementos debemos considerar la cantidad de material que utilizaremos para cada uno, tomando en cuenta el volumen del elemento diseñado. Tomamos como parámetro que para un metro cubico (1m³) de mortero se necesitan 12kg de cemento y 6kg de plástico molido. Por lo anterior, se detalla a continuación una tabla donde se especifican los elementos considerados y las medidas estándar de cada uno de ellos.

N°	ELEMENTO	DIMENSIONES			CANTIDAD DE MATERIAL PARA ELABORAR PROTOTIPO (kg)*	
		LARGO	ANCHO	ESPESOR	CEMENTO	PLASTICO (PET)
1	Adoquin Tradicional	28	18	5	3.02	1.51
2	Adoquin Romano	24	22	8	5.07	2.53
3	Adoquin Corbatin	24	12	6	2.07	1.03
4	Adoquin Rectangular	40	20	6	5.76	2.88
5	Adoquin Cuadrado	20	20	6	2.88	1.44
6	Gramoquin Diagonal	40	40	8	15.36	7.68
7	Gramoquin Ecologico	40	25	6	7.2	3.6
8	Ladrillo Tradicional	40	20	10	9.6	4.8
9	Ladrillo Tradicional tipo Dado	20	20	10	4.8	2.4
10	Ladrillo tipo Galleta	28	14	5	2.35	1.18
11	Fachaleta	28	14	5	2.35	1.18
12	Loseta	50	50	4	12	6
13	Panel	244	122	2	87.34	43.67
14	Zocalo	40	8	3	1.15	0.58
15	Topes para Estacionamiento	50	17.5	12	12.6	6.3

* Según diseño del prototipo

Tabla 5.

Listado de Elementos Arquitectónicos que se pueden elaborar a partir de la mezcla Cemento – PET. ITCA – FEPADE; Sede Central.

14. DISEÑO DE PROTOTIPOS

Considerando la proporción de la mezcla 01-0.50 (1 de Cemento y 0.50 de Plástico), se han elaborado algunos prototipos a partir de la tabla mostrada con las opciones y cantidades de material a utilizar para cada muestra. Se elaboraron y llenaron los moldes para cada prototipo elegido.

A continuación se muestran los prototipos elaborados.

CARACTERISTICAS			ELEMENTO
<i>Nombre:</i>	Adoquin Cuadrado		
<i>Dimensiones (cms):</i>	20x20x4		
<i>Volumen (cms3):</i>	1600		
<i>Cantidad de Material (kg)</i>	Cemento	1.92	
	PET	0.96	

CARACTERISTICAS			ELEMENTO
<i>Nombre:</i>	Gramoquin Ecologico		
<i>Dimensiones (cms):</i>	30x30x5		
<i>Volumen (cms3):</i>	4500		
<i>Cantidad de Material (kg)</i>	Cemento	5.4	
	PET	2.7	

CARACTERISTICAS			ELEMENTO
<i>Nombre:</i>	Adoquin Diagonal		
<i>Dimensiones (cms):</i>	40x40x8		
<i>Volumen (cms3):</i>	3000		
<i>Cantidad de Material (kg)</i>	Cemento	3.6	
	PET	1.8	

CARACTERISTICAS		ELEMENTO
Nombre:	Adoquin Corbatin	
Dimensiones (cms):	20x12x5	
Volumen (cms3):	1200	
Cantidad de Material (kg)	Cemento	1.44
	PET	0.72



CARACTERISTICAS		ELEMENTO
Nombre:	Loseta	
Dimensiones (cms):	60x30x1	
Volumen (cms3):	1800	
Cantidad de Material (kg)	Cemento	2.16
	PET	1.08



CARACTERISTICAS		ELEMENTO
Nombre:	Fachaleta	
Dimensiones (cms):	25x5x3	
Volumen (cms3):	3.75	
Cantidad de Material (kg)	Cemento	0.45
	PET	0.225



15. CONCLUSIONES

- Los elementos creados con cemento y PET en proporción 1.0:0.50, tiene un peso específico de 1.22gr/cm³; que es en promedio un 15% menor que los creados con cemento y arena.
- Los elementos creados con cemento y PET en proporción 1.0:0.50, tiene una resistencia a la compresión de 62.66kg/cm²; que equivale a un promedio del 40% menos que la que tienen los creados con cemento y arena.
- La cantidad de agua utilizada en los elementos con proporción 1.0:0.50 cemento y PET es de 175ml; lo que equivale a un 11.5% menos que la utilizada en los creados con cemento y arena.
- Los elementos creados con cemento y PET tienen una alta resistencia al fuego por lo que se considera un material combustible de muy baja propagación.
- La geometría irregular de las partículas plásticas influye directamente en el comportamiento de la mezcla; por tanto, entre más fina sea la partícula habrá mayor adherencia.
- Esta tecnología con plástico reciclado es una alternativa posible para utilizarla en elementos arquitectónicos interiores de viviendas, considerando que son elementos que no soportan cargas importantes.
- Los elementos constructivos desarrollados son más ecológicos, más livianos; y ofrecen una mayor aislación térmica que otros tradicionales; mejorando la acústica. Con una resistencia suficiente para su aplicación en la construcción de elementos no estructurales.
- La utilización de esta tecnología a base de plástico reciclado contribuye al proceso de disposición final de los residuos plásticos contaminantes, lo que ayuda a minimizar el impacto ambiental; reduciendo la cantidad de botellas que actualmente se acumulan o entierran y minimizando al mismo tiempo los gastos en recolección y disposición final de residuos.
- La elaboración de elementos constructivos con esta tecnología tiene un costo similar al de otros elementos constructivos tradicionales.

16. RECOMENDACIONES

- Utilizar materiales no contaminados o con basura, y preparar la mezcla cementicia en una superficie limpia.
- Realizar las pruebas de laboratorio apegados a las normas técnicas y procesos vigentes para las mezclas utilizadas; de tal manera que se tengan criterios más óptimos y resultados más eficientes a la hora de elegir la dosificación.
- Utilizar materiales con PET en los casos y áreas donde se busque un menor peso y resistencia de la construcción.
- Utilizar materiales elaborados a base de cemento y PET en paredes o divisiones que no soporten carga estructural.
- Crear diseños arquitectónicos bajo la mezcla cemento y PET para desarrollar elementos que puedan ser colocados como losetas, fachaletas, enchapes, topes, zócalos y/o jardineras.
- Mantener en la mezcla cemento y PET agregados tradicionales, como arena o chispa; para que el diseño del compuesto creado sea más consistente.
- Utilizar algún aditivo, aglomerante o electro malla que mejore la capacidad de adherencia entre los materiales y la resistencia a la compresión.
- Colocar colorantes en el cemento para mejorar la presentación estética de los elementos creados.

17. BIBLIOGRAFÍA Y SITIOGRAFIA

- Cuanto tiempo tarda la naturaleza en transformarse.
Publicación digital del Programa México Limpio.
Septiembre del 2004. Ciudad de México.

- Componentes Constructivos elaborados con una mezcla cementicia y agregados de plásticos reciclados.
Arq. Rosana Gaggino. Instituto de investigación del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la República argentina (CONICET).
2004, Córdoba, República Argentina.
- Diseños de mezcla de tereftalato de polietileno (pet) – cemento
Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela
Marzo 2008, Caracas; República Bolivariana de Venezuela.
- *Reciclaje Plástico*
Asociación de la Industria del Plástico, ASIPLASTIC; El Salvador.
Boletín Informativo 12/2012 y 01/2013.
- *Cómo se recicla el PET.*
Plásticos Mexicanos.
Febrero 2005, México.
- www.ceve.org.ar
- http://www.elecs2013.ufpr.br/wp-content/uploads/anais/2007/2007_artigo_026.pdf
- <http://planetatequieroverde.org/bloques-que-estan-hechos-de-plastico-reciclado/>

18. ANEXOS

NORMAS ASTM

- ARENA

Muestreo de agregados ASTM D 75-03
(Reaprobada 2003).

Reducción de muestras de agregados a tamaño de ensayo ASTM C 702-88
(Reaprobada 2003).

Contenido de humedad mediante el secado al horno ASTM C 566-87
(Reaprobada 2004).

Determinación del peso específico y absorción del agregado fino ASTM C 128-04a
(Reaprobada 2004).

Análisis granulométrico de agregado para concreto ASTM C 136-06
(Reaprobada 2004).

Determinación del peso volumétrico de agregados ASTM C 29/C29M-97
(Reaprobada 2003).

- *CEMENTO*

Determinación del peso específico del Cemento Portland ASTM C 188-95
(Reaprobada 2003).

Consistencia normal de una Pasta de Cemento ASTM C 187-04
(Reaprobada 2003).

Determinación del tiempo de fraguado del cemento ASTM C 191-04b
(Reaprobada 2003).



DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

Informe Anual de Resultados

DESARROLLO DE ENTORNO DE REALIDAD AUMENTADA PARA LA CREACIÓN DE ESCENARIOS EDUCATIVOS

SEDE Y ESCUELA PARTICIPANTE

ESCUELA DE INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN

CENTRO REGIONAL MEGATEC ZACATECOLUCA

DOCENTE INVESTIGADOR RESPONSABLE:

LIC. JOSÉ ANTONIO HENRÍQUEZ CHAVARRÍA

Zacatecoluca, 22de enero de 2014

TABLA DE CONTENIDO

CONTENIDO	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	385
NOMBRE DEL PROYECTO.....	385
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	385
1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	385
2 JUSTIFICACIÓN	386
3 OBJETIVOS	386
3.1 OBJETIVO GENERAL	386
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	386
4 ANTECEDENTES.....	387
5 MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN	392
5.1 ACTORES Y PROVEEDORES PRINCIPALES EN EL USO DE TECNOLOGÍA DE REALIDAD AUMENTADA	392
5.2 5.2 APLICACIÓN DE LA REALIDAD AUMENTADA:	393
6 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.	395
7 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS	396
7.1 HERRAMIENTAS Y METODOLOGÍAS IMPLEMENTADAS EN LA CONSTRUCCIÓN.	397
8 DISEÑO DE APLICACIÓN.	399
9 CONCLUSIONES.	400
10 RECOMENDACIONES.	400
11 REFERENCIAS:	400
11.1 BIBLIOGRÁFICAS:	400
11.2 WEB:.....	400
12 ANEXOS.....	402
12.1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	402

1. INTRODUCCIÓN

La tecnología como elemento o medio para lograr mejores aprendizajes, es una de las ventajas de las nuevas herramientas en el área de desarrollo de software y hardware. La tecnología de Realidad Aumentada se encuentra en una etapa de crecientes descubrimientos y aplicaciones, las cuales aplicadas de forma adecuada y precisa a diversas situaciones en el aula, permitirán mejorar el nivel de aprendizaje de los estudiantes; además de brindar mejoras o productos de tecnología propios. Tal es el caso del presente proyecto, el cual busca crear un diseño de entornos de simulación en aulas de clases aplicando la realidad aumentada.

Actualmente este proyecto se encuentra en desarrollo, en el presente documento se describe el avance y las fases pendientes que se desarrollará durante el año 2014.

NOMBRE DEL PROYECTO

DESARROLLO DE ENTORNO DE REALIDAD AUMENTADA PARA LA CREACIÓN DE ESCENARIOS EDUCATIVOS

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La enseñanza técnica plantea requerimientos de equipo y acceso a instalaciones que con frecuencia no se posee, las instituciones educativas en general necesitan utilizar los recursos disponibles para desempeñar sus labores educativas de una forma efectiva.

Es sabido que la enseñanza técnica es más efectiva cuando se lleva al estudiante a un entorno práctico similar o igual al entorno que viviría en una empresa, por lo tanto las instituciones técnicas deben tener laboratorios que tengan condiciones, equipos y ambientes similares al que encontrará en una empresa.

Lo anterior trae una situación de constante búsqueda creativa e innovadora de formas de disponer equipo y optimizar el uso de las tecnologías existentes para brindar mejores servicios educativos

Por ejemplo en el MEGATEC Zacatecoluca, la carrera de Tec. En Logística global, no posee instalaciones y equipo para analizar el tema de distribución de transporte; el téc. En Mantenimiento de computadoras, no tiene equipos de redes suficientes para comprender configuraciones de redes inalámbricas; en Téc. En Electrónica requiere espacios para

comprender instalaciones de equipo y redes eléctricas. Lo anterior plantea a la institución la necesidad de entornos donde se puedan “simular” prácticas y/o en los cuales se requiere el uso de equipos y herramientas que no se cuenta en la institución.

En conclusión dado que difícilmente, en los laboratorios, se tiene equipo nuevo y entornos reales de prácticas, la emulación presenta una alternativa para mejorar los aprendizajes.

2 JUSTIFICACIÓN

Los avances tecnológicos permiten aprovechar ventajas de los equipos y tecnología disponible a las organizaciones; en otras palabras requieren el uso eficiente y efectivo de lo que se posee.

En la Escuela Especializada en Ingeniería, se cuenta con un equipo base para trabajar con los estudiantes de cada carrera técnica, sin embargo este equipo e instalaciones no son suficientes para satisfacer las necesidades y capacidades demostrativas, prácticas y de entrenamiento que se necesita para llevar la enseñanza al más alto nivel de aprendizaje.

Dado que la *Realidad Aumentada* es una técnica o herramienta moderna para uso y aplicación de tecnologías existentes en nuestro medio, se considera necesario y oportuno analizar sus capacidades, diseñar modelos y proponer ambientes educativos que aprovechen el uso de esta tecnología para la enseñanza técnica.

Considerando que crear aplicaciones con Realidad aumentada puede facilitar la virtualización o simulación de entornos de aprendizaje interactivos que propicien de mejor forma el aprendizaje o desarrollo de competencias de los participantes.

3 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un entorno de realidad aumentada para un aula que permita emular e interactuar situaciones de aprendizaje, en el área técnica

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Desarrollar un entorno genérico de Realidad Aumentada, para aplicar en un aula de clases
- Crear escenarios de aprendizaje basados en realidad aumentada con aplicaciones prácticas.

4 ANTECEDENTES

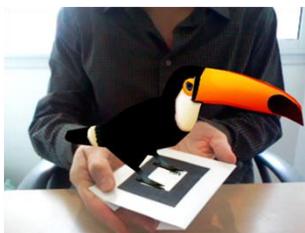
Hoy en día las aplicaciones de realidad aumentada se basan en 2 tipos los cuales son:

A. Reconocimiento de marcas o patrones.

Comúnmente denominadas **patterns** los cuales son símbolos especiales los cuales se imprimen en un papel y se ponen enfrente de la cámara el reconocimiento de estos patrones¹ provoca que se realicen las acciones indicadas en pantalla.



Patrón de
reconocimient



Reconocimiento del patrón y
muestra con la acción asociada
que dispara una imagen en 3D

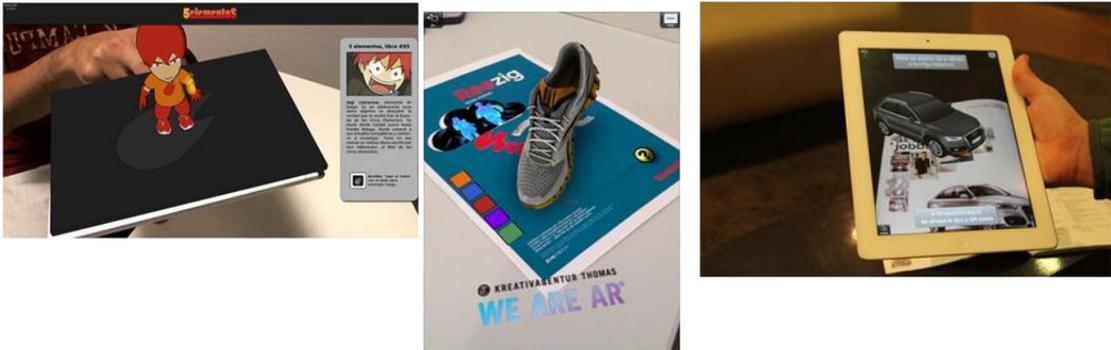
Esta es la técnica más común por su rápida implementación ya que se puede encontrar diferentes proyectos de código cerrado los cuales nos dan las herramientas básicas, patrones más comunes y diseños con los cuales se pueden trabajar pero tienen una limitante en cuanto a los escenarios que se pueden desarrollar, porque se limitan en la mayoría de casos solo a representar objetos estáticos en 3D en pantalla sobre los objetos reales. Diferentes aplicaciones utilizan esta técnica entre ellas podemos mencionar libros con contenidos estáticos.



¹<http://www.realidad-aumentada.eu/tecnicas-de-la-realidad-aumentada/>

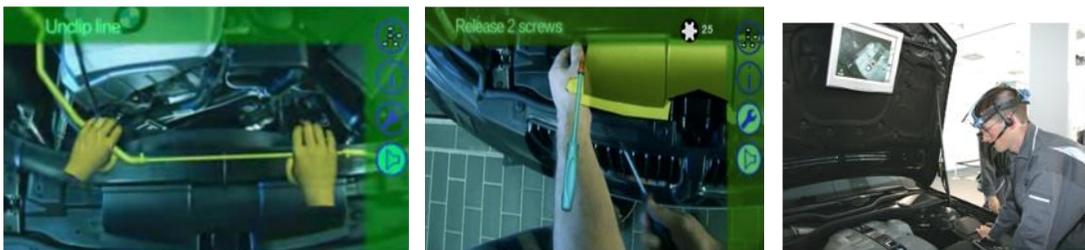
B. Reconocimiento de imágenes y Comparación.

Entre la mejora a la realidad aumentada se utiliza el reconocimiento de imágenes para comparar puntos de interés, los cuales permiten ampliar los elementos con los cuales se pueden realizar las interacciones y/o disparar las acciones en nuestro escenario virtual y ya no estamos limitados al uso de patrones en blanco y negro. Básicamente para aplicar esta técnica primero tenemos que definir el elemento (un objeto común, una tarjeta de presentación un logo) el cual será reconocido por medio de la técnica de verificación de los puntos de interés y al momento que la cámara detecte dicho objeto se realizan las acciones que se han programado.



Esta técnica nos permite mejorar la interacción con otros objetos y amplía las posibilidades su pero debemos mencionar que la mayor desventaja es por los recursos que se necesitan para poder desarrollar las interacciones

Estas son las dos técnicas actualmente de mayor uso, muchas universidades y comunidades de investigación están mejorando los algoritmos de reconocimiento de imágenes y nuevas librerías que permitan una mejor integración con los entornos informáticos actuales.



Simulador usado por BMW para
entrenamiento del personal
técnico de talleres

Actualmente la realidad aumentada se utiliza en muchas áreas desde el entretenimiento hasta procesos industriales², la educación y medicina son las dos aéreas por las cuales se está apostando a la implementación y aprovechamiento de dicho recurso ya que se pueden simular procesos de riesgo sin poner en peligro a los pacientes, conocer instrumentaciones nuevas o manipulación de nuevos equipos que ayuden en las cirugías y la rehabilitación de pacientes.



Simulación de Cirugía con
Realidad Aumentada



Tratamiento de pacientes en
Rehabilitación

En educación permite realizar escenarios controlados que permitan realizar prácticas en las cuales se necesiten equipos y/o herramientas con las cuales no cuenta la institución y son difíciles de adquirir, simular prácticas de taller en la cuales permitan mejorar o implementar nuevas técnicas para realizar los procesos.

Muchas compañías están invirtiendo en desarrollos e investigación acerca de aplicaciones de Realidad Aumentada entre ellas Google.



Esta se encuentra desde hace un año en la fase beta de su proyecto Google Glass³, el cual es un dispositivo similar a un par de anteojos, los cuales integran una pequeña pantalla la cual

²<http://www.popsci.com/scitech/article/2009-09/bmw-developing-augmented-reality-help-mechanics>

³<http://www.google.com/glass/start/what-it-does/>

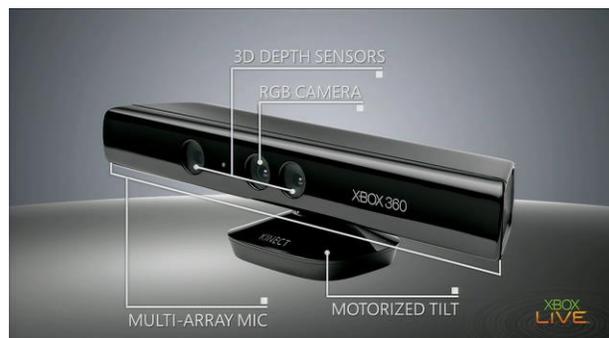
servirá para interactuar o mostrar información de lugares turísticos, información del clima, ubicación de lugares, búsquedas en internet para ampliar la información de una ubicación o dirección.



Este aporte que está brindando esta compañía provee de una mejor técnica, nuevos elementos de hardware y la mejora el software para poder generar más y mejores aplicaciones que permitan una mejor aplicación y masificación de lo que es la implementación de realidad aumentada.

El sector de los videojuegos no se queda afuera del uso y aplicaciones de realidad aumentada y el mejor exponente en este caso es Microsoft con su tecnología Kinect.⁴

Kinect permite a los usuarios controlar e interactuar con la consola sin necesidad de tener contacto físico con un controlador de videojuegos tradicional, mediante una interfaz natural de usuario que reconoce gestos, comandos de voz, objetos e imágenes. El dispositivo tiene como objetivo primordial aumentar el uso de la Xbox 360, más allá de la base de jugadores que posee en la actualidad.



Esto permite una experiencia entre un video jugador para poder controlar con todo su cuerpo las acciones que se deben de desarrollar en el juego, pero las comunidades de desarrollo han puesto manos a la obra y han desarrollado nuevas aplicaciones que no solo sean para juegos sino que permitan llevar la realidad aumentada a un punto de mejor aplicación e interacción con el usuario, unos ejemplos de los desarrollos son:

⁴<http://www.xbox.com/es-ES/Kinect>

- Una simulación de un camuflaje para la persona lo cual lo vuelve invisible para la cámara⁵.
- Un mapa en tres dimensiones para poder demostrar el uso en la construcción, recursos hídricos y otras capas para poder interactuar con el terreno.
- Probador virtual en tiendas de ropa⁶.



Otro avance del uso y mejoras de realidad aumentada es el uso de los Smartphone⁷ ya que hoy muchas compañías hacen uso de aplicaciones, con la cuales se puede ver información ampliada de los productos a comprar, activar promociones y ver publicidad extra de un producto, tiendas cercanas que proveen descuentos, cupones virtuales y otras sencillas aplicaciones que amplían la experiencia entre las personas y su entorno virtual.



Hay muchos proyectos de software que permiten el uso de realidad aumentada ente los cuales podemos encontrar muchos en la Web estos pueden ser de pago o gratuitos, muchos implementan todas las características que se mencionan, pero para mejorar la experiencia en el desarrollo debemos no solo tener un software que permita crear escenarios de realidad aumentada, sino que debemos de complementar con los dispositivos de hardware los cuales permitan ampliar la experiencia y aplicación de realidad aumentada.

⁵<http://www.fayerwayer.com/2010/12/con-kinect-puedes-jugar-a-ser-un-%E2%80%9Cdepredador%E2%80%9D/>

⁶<http://www.punto geek.com/2011/05/29/probador-virtual-con-kinect/>

⁷<http://www.realidad-aumentada.eu/tecnicas-de-la-realidad-aumentada/>

5 MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

ACTORES Y PROVEEDORES PRINCIPALES EN EL USO DE TECNOLOGÍA DE REALIDAD AUMENTADA

La AR (Realidad Aumentada), es una tecnología que tiene actualmente todo un mercado en desarrollo donde interactúan diversos entes involucrados, entre ellos tenemos los que se describen a continuación:

Los fabricantes de dispositivos

Son los fabricantes del hardware de los dispositivos sobre los que es posible acceder a este tipo de servicios. Se trata de los fabricantes de smartphones, de PC, tablets y consolas y, en el caso de la realidad aumentada, de los fabricantes de gafas especiales o cascos que incorporan pantallas, proyectores y en un futuro de los lentes que permitirán ver directamente la información digital superpuesta.

Los desarrolladores del software de realidad aumentada

Los agentes que desarrollan las aplicaciones que activan los datos que complementan la visión del entorno físico y gracias a los que es posible disponer el mundo virtualmente aumentado y así enriquecer los objetos de la vida real e interactuar con ellos de una manera radicalmente diferente.

Estos son los encargados, por un lado, de ofrecer las herramientas adecuadas para, por ejemplo, activar la realidad aumentada

Mundo digital y digitalizado:

Las empresas proveedoras de contenidos y los usuarios como productores. Son un elemento especialmente relevante son en sí los datos, es decir, el mundo digital y el digitalizado. En los últimos años se ha capturado mucha información sobre el mundo real, por ejemplo datos sobre la localización, descripciones, imágenes, etc. tanto de lugares como de cosas y personas y toda esa información se ha ido almacenando en **la nube**, lo que ha ido configurando un mundo digital *paralelo*. Ejemplos concretos de esto podrían ser, la **wikipedia**, que recoge cantidades de información de diferentes temas constituyendo así la mayor enciclopedia del mundo, **google earth**, que permite ver el mundo a través de imágenes satelitales, mapas, relieves o edificios 3D o las redes sociales Facebook o LinkedIn (esta profesional), que albergan gran cantidad de información de sus usuarios

La red: operadoras de telecomunicación

El otro agente esencial para que estas aplicaciones puedan llegar al público es la red, ya que la capacidad de la realidad aumentada radica en poder acceder a la información digital complementaria a la del mundo físico actualizada en tiempo real. El acceso a esta información debe poder realizarse en muchos casos como en las aplicaciones geo-referenciadas desde cualquier lugar y en cualquier momento. Por ello, las operadoras de telecomunicación desempeñan un papel especialmente relevante en este ecosistema.

5.2 APLICACIÓN DE LA REALIDAD AUMENTADA:

Hay diversas formas y aplicaciones de la AR, a continuación se presenta un resumen de sus principales áreas de aplicación actuales:

Realidad aumentada en juegos:

En el año 2000 algunas universidades comenzaron a ver el potencial que podía tener el uso de la realidad aumentada y para su investigación comenzaron a crear réplicas de juegos para el ordenador o las videoconsolas usando esta tecnología.

Un juego clásico muy conocido y replicado de este modo es PacMan, que fue implementado por la National University of Singapore, de manera que el jugador podía ser, bien un fantasma o el propio Pac-Man y el laberinto eran las propias calles de Singapur. Para poder jugar, el usuario tenía que disponer de un ordenador portátil, GPS, Bluetooth, wifi, infrarrojos y sensores.

Otro juego destacado que ha sido llevado a realidad aumentada, en este caso por Wearable Computer Lab de la University of South Australia, ha sido Quake

Realidad aumentada en enseñanza

El campo de la enseñanza es otro en el que las aplicaciones de realidad aumentada adquieren mucho sentido. En la actualidad, están apareciendo aplicaciones sociales, lúdicas y basadas en la ubicación que muestran un potencial importante para las aplicaciones en este ámbito, tanto para proporcionar experiencias de aprendizaje contextual como de exploración y descubrimiento de la información conectada en el mundo real.



Uno de los campos de aplicación de la realidad aumentada son los libros. Un ejemplo de esta aplicación es el de la alemana Metaio que desarrolla libros que incluyen elementos de este tipo utilizando realidad aumentada basada en el uso de códigos. Los libros se imprimen de manera normal; después de la compra, los consumidores instalan un programa especial en sus computadoras y apuntan al libro con una cámara web para ver las visualizaciones.

La tecnología permite que cualquier libro pueda desarrollarse en una edición de realidad aumentada después de publicarlo. En la actualidad, están desarrollando un atlas que contiene visiones 3D de lugares geográficos.

Realidad aumentada en marketing y venta

El marketing y los procesos de venta son las áreas donde más se está aplicando la realidad aumentada. En relación al marketing, área en la que captar la atención es un elemento fundamental, las empresas ven la realidad aumentada como una forma de diferenciarse con respecto a la competencia, ofreciendo al usuario la posibilidad de acceder a experiencias visuales llamativas.

Realidad aumentada en viajes y guías turísticas

Un ejemplo de aplicación es Wikitude¹⁵ que permite, con su versión «Travel Guide» gracias a una aplicación instalada en un smartphone, permite detectar qué es lo que se está viendo en cada momento y mostrar la información más relevante sobre el lugar (información histórica, monumentos emblemáticos cercanos, puntos de interés, etc.). Wikitude, utiliza una combinación entre la cámara, la brújula, la conexión a internet y el GPS del teléfono móvil para activar la AR. Con ello, se identifica la posición del usuario y la orientación, después se reciben los datos pertenecientes al objeto enfocado y se muestra en la pantalla sobre la imagen capturada por la cámara. El contenido se extrae de Wikipedia, Qype y Wikitude, y los usuarios pueden añadir información propia.

Realidad aumentada aplicada a procesos de búsquedas

La navegación y las búsquedas por internet, por ejemplo aplicaciones que ayudan a encontrar la parada de autobús más cercana o los cajeros automáticos de la zona, las consultas de médicos, así como las cafeterías y restaurantes, etc.

Realidad aumentada social

Otra aplicación de la realidad aumentada tiene que ver con un uso social. Se trata de mezclar las redessociales y las interfaces de AR de manera que se satisfaga la necesidad humana de encontrar gente y compartir experiencias e información con familiares, amigos y compañeros.

Realidad aumentada en medicina

Por ejemplo, para un cirujano, puede ser muy importante disponer de tres dimensiones de los órganos y huesos, alrededor de la zona en la que está llevando a cabo una intervención, o también información complementaria como datos del paciente sobre la operación.

6 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

El proceso metodológico para realizar el proyecto planteó diversas fases y aplicar métodos de investigación para cada una.

Etapas 1. Investigación inicial

Investigación documental

La investigación documental servirá para toda la etapa inicial, donde se necesita indagar a profundidad el estado de la técnica, los antecedentes de la investigación y los avances de Realidad aumentada y aplicaciones a la educación. Esto implicará aplicar técnicas como: revisión documental en internet y en libros.

Al final de esta etapa se tendrá suficiente información teórica-práctica para desarrollar el modelo y pruebas para crear el ambiente de realidad aumentada en un aula

Etapas 2. Investigación de campo

El Método de Investigación Operativa (INOP)

La INOP, es un método de investigación que tiene las siguientes fases, las cuales se considera aplicar al presente proyecto.

1. Identificación del problema y análisis de alternativas: *se identificarán la probabilidad de aplicación de la realidad aumentada a las necesidades de las aulas de clases en módulos que requieren equipo o ambientes que no están disponibles.*
2. Modelado: *Se analizarán los componentes de aplicación y los requerimientos de la realidad aumentada y su aplicación en un aula que modele ambientes de aprendizaje reales-virtuales.*

3. Resolución: *Se planteará y diseñará un modelo que permita implementar o aplicar la realidad aumentada para crear escenarios de realidad aumentada en un aula de clases.*
4. Presentación del nuevomodelo: *Probar e implementar un aula con el modelo de realidad aumentada diseñado y se analizarán sus aplicaciones a módulos de clases específicas.*

Técnicas de recolección de información a utilizar:

- Revisión documental: para la primer etapa
- Entrevista: con docentes para identificar módulos o contenidos que necesiten u permitan aplicación de realidad aumentada.

Técnicas de programación orientada a objetos.

Durante el desarrollo del proyecto se utilizara Técnica de programación Orientada a Objetos que es una de las que actualmente mejoran los resultados en el desarrollo y brindan mayor eficiencia al software.

Actualmente los software par manejo de imágenes y diversos objetos de programación visual, se implementan utilizando la Programación orientada a objetos ya que facilita la comprensión y manejo de la información de cada objeto del sistema y la programación de las acciones que sobre él se realizan.

La programación Orientada a Objetos implementa mecanismosHerencia, polimorfismo, encapsulamiento, para un mejor rendimiento y aprovechamiento de los recursos de los programas creados con esta técnica.

7 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

Resumen de procesos analizados para el funcionamiento del Framework.

1. Generación de formularios por cada tabla de una base de datos.

Este proceso es básico para poder desarrollar todas las funciones adicionales del Framework, ya que con esto generamos un mapeo de la base de datos y podemos saber los nombres de campos, tipo de datos y longitud de los datos de cada tabla, lo cual permite el poder controlar la generación y automatización de las funciones que serán base para el funcionamiento de la herramienta.

2. Validación de entrada de datos de formularios.

Los formularios creados automáticamente deberán poder controlar los datos que estos procesaran, en este caso se utilizará la validación con una regla básica que todos los campos deberán de contener datos.

3. Generación Automática de modelos de datos.

Los modelos de datos son las especificaciones de como asociar los datos de cada tabla de la base de datos en una forma de objeto, para así poder generar el encapsulamiento, herencia, polimorfismo y, poder trabajar sobre una metodología de programación orientada a objetos.

4. Generación de controladores para las funciones de mantenimiento de los datos de las tablas.

Las funciones básicas de consulta, ingreso, actualización y borrado de registros son primordiales para todo sistema que maneja transacciones y que en un periodo de tiempo estos registros generan reportes para la toma de decisiones.

5. Generación de páginas con resultado de consultas.

Estos componentes serán nuestra salida básica de información y así los usuarios sepan los movimientos e información con la que cuenta sus aplicativos.

6. Creación de controles dinámicos.

Se necesitan componentes específicos y que cumplan funciones específicas del manejo de datos, por ello se toma en consideración la implementación de los mismos y serán parte fundamental de las interfaces de captura de información.

HERRAMIENTAS Y METODOLOGÍAS IMPLEMENTADAS EN LA CONSTRUCCIÓN.

En el desarrollo del aplicativo para la construcción de escenarios de educación basados en realidad aumentada, se necesitan componentes tanto de hardware y software los cuales deben de poseer una compatibilidad perfecta la cual es parte de una buena implementación en el caso del aplicativo se han tomado en consideración los siguientes.

Hardware.

1. Microsoft Kinectfor Windows. Se ha optado por este componente de hardware por ser un conjunto de sensores de audio y vídeo permiten la captura de los recursos tanto visuales como de audio para alimentar el aplicativo que será la materia prima para el trabajo del aplicativo.
 - a. En la parte técnica las características del Kinect son las siguientes (estos son datos específicos para la versión para Windows).

- i. Lentes de color y sensación de profundidad
- ii. Micrófono Multi-arreglo.
- iii. Ajuste de inclinación
- iv. campo de visión horizontal 57°
- v. campo de visión vertical 43 °
- vi. rango de inclinación física $\pm 27^\circ$
- vii. rango de profundidad modo normal

0-0,8 metros	Fuera de rango
0.8 – 4 metros	Parámetros normales
4 – 8 metros	Se capturan datos pero no son óptimos

2. Rango de profundidad modo cercano.

0-0,4 metros	Fuera de rango
0.4 – 3 metros	Parámetros normales (mejor calidad de captura a 2 metros)
3 – 8 metros	Se capturan datos pero no son óptimos
> 8 metros	Fuera de rango.

Software.

Para el desarrollo de la plataforma se utiliza:

- Microsoft visual estudio 2010
- Microsoft Kinect SDK 1.7
- Blender (software de modelado 3D)
- Microsoft XNA 4.0

Estos componentes permitirán con investigación y pruebas el poder desarrollar los componentes necesarios para poder integrar el software final que se planea implementar.

Metodología de Desarrollo

Por el momento el desarrollo se enfoca en la programación orientada a objetos por las características del lenguaje de programación que se utiliza, el cual es C#, el cual provee de

forma nativa la implementación de objetos para una fácil manipulación e interacción con diferentes módulos que se desarrollan para poder implementar el software.

8 DISEÑO DE APLICACIÓN.

En la etapa de diseño se formulará el entorno para ayudar al aprendizaje utilizando la tecnología de Realidad Aumentada. Para realizar el diseño se requiere realizar las pruebas respectivas de funcionamiento del dispositivo lector de imágenes para realizar las estimaciones necesarias de las capacidades del diseño a presentar.

Hasta diciembre del 2013, no se pudo realizar las pruebas necesarias para completar el diseño ni se pudo conocer la función y forma de implementación de las diferentes API para el control, la captura y procesamiento de los datos que se deben utilizar para crear una aplicación, con el Kinectfor Windows.

Se realizaron unas pruebas base con un sensor prestado el cual no cumple las características que se han propuesto, en dichas pruebas se obtuvo los siguientes resultados:

- Control de encendido y apagado del sensor
- Captura de video
- Manipulación de video (tratamiento de color)
- Manejo de inclinación y control de la misma.

Las pruebas se suspendieron por un error eléctrico en el sensor que se estaba utilizando propiedad del docente investigador.

Para poder diseñar por completo la aplicación se deben de realizar las pruebas de.

- Rastreo de profundidad
- detección de cuerpo (skeleton tracking), esto es para poder capturar los movimientos del cuerpo y procesarlos para disparar los eventos en la aplicación.
- Uso de comandos de voz
- pruebas de depuración para detectar los rangos óptimos de trabajo para una mejor captura y planificación de las limitantes de trabajo del aplicativo, con esto se decidirá los escenarios que se podrán realizar más adelante con la herramienta ya desarrollada.

Al momento de realizar el presente informe, se tiene confirmada la compra del Kinectfor Windows, el cual servirá para reanudar la investigación durante el 2014.

9 CONCLUSIONES.

Al concluir el desarrollo del proyecto, se puede considerar que:

- Se realizó un estudio documental de las capacidades-potencialidades que brinda la Realidad Aumentada en la educación.
- Se desarrolló, pruebas de manejo de API básica para control del sensor, las cuales se utilizaran de base para profundizar en las características de la tecnología kinect, que se utilizará para diseñar el entorno de aprendizaje aplicando la RA
- Se realizaron las pruebas de capturas de imágenes y video con el sensor.

10 RECOMENDACIONES.

Se considera necesario:

- Profundizar en el manejo de las imágenes que permite el KinectFor Windows, el cual se probará a partir de enero de 2014, esto para formular un diseño adecuado a dicha tecnología.
- Estudiar el manejo de las API de detección de movimiento y rastreo de esqueleto.
- Aplicar uso del reconocimiento de voz.
- Crear prototipos para las pruebas del conjunto de los componentes para la realización de la plataforma.

11 REFERENCIAS:

BIBLIOGRÁFICAS:

- Kenneth E. Kendall, Julie E. Kendall, Antonio Núñez Ramos. Análisis y Diseño de Sistemas. Sexta edición. 2005.
- Bahit Eugenia, POO y MVC en PHP, URL: <http://eugeniabahit.blogspot.com>

WEB:

- Estándares de diseño: <http://www.w3.org/standards/webdesign/htmlcss>. Consultado Julio 2012:
- Características de jquery : <http://es.wikipedia.org/wiki/JQuery#Caracter.C3.ADsticas>. Consultado Julio 2012:

- Plugin: <http://bassistance.de/jquery-plugins/jquery-plugin-validation/> Consultado Julio 2012:
- MVC: <http://blog.suenyos.com/2011/07/20/crear-un-framework-en-php5-desde-cero-1%C2%AA-parte/>
- Netbeans: <http://netbeans.org/> Consultado Julio 2012:
- Diseño de BD: <http://www.mysql.com/products/workbench/> Consultado Julio 2012.
- *Apache License Version 2.0, enero 2004, Fuente: <http://www.apache.org/licenses/>*

12 ANEXOS.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	MESES-2013									
	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Desarrollo de anteproyecto	■	■								
Etapa 1. Investigación inicial			■							
Etapa 2: Investigación de campo:										
1. Identificación del problema y análisis de alternativas					■					
2. Modelado (Pendiente completar) *						■	■			
3. Resolución							■	■	■	
4. Presentación del nuevo modelo										■

*fase en la cual se encuentra el proyecto.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	405
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	406
3. JUSTIFICACIÓN	407
4. OBJETIVOS.....	408
OBJETIVO GENERAL.....	408
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	408
5. HIPÓTESIS - PREGUNTA DE PROBLEMA	408
6. MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN	409
7. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	447
8. RESULTADOS	462
9. CONCLUSIONES.....	467
10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	468
11. ANEXOS	470

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de Control de Acceso Físico Basados en Tarjetas Inteligente, el manejo de acceso a recursos está adquiriendo una importancia cada vez mayor para organizaciones en todas partes del mundo, desde pequeñas compañías hasta grandes empresas corporativas y cuerpos gubernamentales de todos los tamaños.

La administración de acceso a recursos significa controlar tanto el acceso físico como el acceso lógico, ya sea como un esfuerzo independiente o a través de un abordaje integrado. El control de acceso físico protege contra robo o usurpación tanto de bienes tangibles como intelectuales. El control de acceso lógico permite a las empresas y organizaciones limitar el acceso a los datos, a las redes y las estaciones de trabajo solamente para aquellos que están autorizados para tener dicho acceso.

El sistema de control de acceso físico es una red coordinada de tarjetas de identificación, lectores electrónicos, bases de datos especializadas, software y computadoras diseñadas para monitorear y controlar el tráfico a través de puntos de acceso.

Los sistemas de control de acceso físico basados en tarjetas inteligentes son una herramienta de seguridad poderosa, eficiente para proteger los bienes de una empresa. A cada empleado o contratista se le emite una tarjeta de identidad inteligente que muestra la información de la empresa y diseños impresos, tanto para limitar la posibilidad de falsificación como para identificar que la tarjeta es oficial. Generalmente, la tarjeta muestra una foto de su portador. Cada tarjeta almacena información protegida sobre la persona y sobre los privilegios de esta persona. Cuando la persona se registra inicialmente y acepta la tarjeta, estos privilegios son diseminados a través de todo el sistema de forma veraz y segura (si tales privilegios cambian, la nueva información puede ser inmediatamente actualizada de manera segura a través de la red). Cuando la tarjeta es colocada dentro o cerca de un lector electrónico, el acceso se brinda o se niega de forma segura y precisa a todos los espacios adecuados (por ejemplo, un campo, un garaje de estacionamientos, un edificio o una oficina). Cuando un empleado deja la organización, todos los privilegios de acceso físico son removidos de una sola vez. Cualquier tentativa futura por esta persona de reingresar al establecimiento usando una tarjeta expirada o revocada, puede ser negada y este hecho registrado automáticamente.

Tanto las empresas privadas como las agencias de gobierno están implementando cada vez más los sistemas de control de acceso basados en tarjetas inteligentes. En el Apéndice A se incluyen algunos sumarios de la implementación de tarjetas inteligentes en instituciones y corporaciones como: Sun Microsystems, Microsoft, American Express y el Departamento de Estado de los Estados Unidos. También se incluye en el Apéndice las descripciones de programas de tarjetas inteligentes planificadas en el U.S. Department of Homeland Security, la National Aeronautics and Space Administration (NASA), y la Transportation Security Administration (TSA).

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En las aulas de clases de MEGATEC - ZACATECOLUCA, se utiliza diversos recursos, para realizar la actividad de enseñanza. En cada hora de clases o laboratorio, el aire acondicionado y las luminarias, se utilizan al 100%; lo que genera el consumo indispensable de energía eléctrica; generando elevados costos de este recurso. En ocasiones, las personas que utilizan el aula, no apaga el aire acondicionado y/o las luminarias, por olvido, o porque no existe un mecanismo, que le permita ejecutar siempre dicha acción, lo que genera un consumo extra de energía.

El recurso humano, es otro recurso indispensable, para el desarrollo del servicio de enseñanza. Para el control de las horas clases, y generación de la planilla de pago de los docentes, se deben de elaborar diversos reportes; acción, que genera tiempo y papelería, para el área administrativa.

El proyecto busca, hacer más eficientes los procesos de control relacionados, con el uso de los recursos: De energía eléctrica y de recurso humano; a través de, un mecanismo automatizado, que permita conocer y optimizar los recursos, más vitales, en el servicio de enseñanza, lo que ayudará a la institución, a ser más eficiente y a obtener información precisa, para la toma de decisiones.

3. JUSTIFICACIÓN

La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE regional Zacatecoluca se siente comprometida con el ahorro energético, la optimización de recursos y el uso e integración de nuevas tecnologías, en atención al **Direccionamiento Estratégico** de nuestra Institución para el quinquenio 2010 – 2014 y a los objetivos específicos del programa **ITCA ambiente**.

En dicho Direccionamiento Estratégico en su objetivo No. 10 se plantea “disponer de instalaciones, equipos y facilidades de calidad plenamente integrados”, presentando cinco iniciativas estratégicas, dentro de las cuales destacamos las siguientes tres:

- Plan de *racionalización* y *optimización* de espacios y equipos.
- Favorecer la *accesibilidad*.
- *Modernización* y ampliación de la infraestructura física y tecnológica.

Y uno de los objetivos específicos englobados en el programa **ITC ambiente** expone:

- Promover a la institución como un ente que es parte de la solución al problema ambiental.

El *ahorro energético* es una solución de vital importancia para resolver el problema ambiental. La regional toma la decisión de buscar metodologías dentro de las cuales se pueda optimizar el uso de recursos energéticos y al mismo tiempo modernizar la infraestructura de las instalaciones de la misma.

El uso de recursos energéticos y tecnológicos en un aula es indispensable para el proceso de enseñanza-aprendizaje, sin embargo, existen situaciones dentro de la regional en donde se dificulta controlar el uso de dichos recursos cuando no se está desarrollando ninguna actividad dentro del aula. Esto conlleva a un desperdicio energético y deterioro de los recursos disponibles en el aula, pues permanecen activados más tiempo del necesario.

El proyecto que se presenta plantea desarrollar un sistema de control electrónico que habilite la alimentación eléctrica dentro de las aulas el tiempo necesario para que se lleven a cabo las actividades académicas dentro de las mismas, sin ningún inconveniente.

El sistema así planteado, permitirá que los recursos dentro del aula se optimicen, generando ahorro energético y una mayor durabilidad y aprovechamiento de los recursos disponibles en el aula. Contribuyendo así a cumplir lo planteado en los direccionamientos estratégicos de nuestra Institución y en los objetivos del programa ITCA ambiente y a promover a la institución como un ente comprometido con el medio ambiente y consciente de la crisis energética mundial que se vive hoy en día.

4. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Diseñar sistema electrónico para el registro administrativo y la optimización de los recursos energéticos en las instalaciones del MEGATEC Zacatecoluca.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Efectuar un diagnóstico sobre la situación actual referido a la utilización de los recursos energéticos en las aulas de clase que se encuentran en las instalaciones del ITCA regional Zacatecoluca.
- Elaborar el diseño de la propuesta de solución tecnológica que contribuya a controlar y aprovechar de manera más efectiva el uso del recurso de energía en las aulas de clase.
- Identificar la información que se utilizará para el registro y control de la utilización del recurso energético y seguimiento administrativo del recurso humano.
- Realizar un documento resumen sobre los hallazgos de la investigación y que sea empleado para ampliaciones del tema en futuras actividades.

5. HIPÓTESIS - PREGUNTA DE PROBLEMA

HIPÓTESIS

- Se tendrá un mejor aprovechamiento del recurso energético en las aulas de clase mediante el apoyo de un sistema electrónico para el control de dicho recurso.

Pregunta del problema

- ¿Cómo optimizar la utilización de la energía eléctrica en las aulas de clase del ITCA regional Zacatecoluca?

6. MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

TARJETA SMART CARD.

El desarrollo de las tarjetas inteligentes tiene su origen en la unión de dos aportaciones básicas. Por un lado, en 1968, los inventores alemanes Jurgen Dethloff y Helmut Grotrupp desarrollan y patentan la idea de incorporar circuitos integrados a las tarjetas plásticas de identificación. Por otro lado, en 1970, el Dr. Kunitaka Arimura de Japón consigue unir en una sola pieza de silicio el almacenamiento de datos y la lógica aritmética, registrando su trabajo como la única patente en la que aparece el concepto de tarjeta inteligente.

Con la aparición de la primera computadora completa en un solo chip en 1971 de Intel, se produce el gran avance y, en 1974, el inventor francés Roland Moreno presenta la primera tarjeta plástica con circuito integrado denominándola “Sistema de Transferencia de Datos”. Posteriormente será rebautizada con el nombre de tarjeta inteligente. La patente creada por Roland Moreno incluye tanto la tarjeta creada con un dispositivo para operar con ella: el primer lector de tarjetas.

Continuando la evolución, en 1979 aparece la primera tarjeta con microprocesador operativa. Incorpora 1KByte de memoria programable y un microprocesador 6805 de Motorola. Es considerada la primera tarjeta inteligente debido a que combina el poder del microprocesador y la memoria programable, siendo capaz de tomar sus propias decisiones basándose en las necesidades del usuario para modificar, añadir, modificar y eliminar datos guardados. Este diseño integraba el microprocesador y la memoria en chips diferentes lo que ocasionó graves problemas de seguridad.

Los avances tecnológicos en los años 80 permiten que se puedan unir en un mismo chip un microprocesador y una memoria, lo que significa el lanzamiento definitivo de las tarjetas inteligentes.

En 1983 aparece en Europa la tarjeta telefónica empleada en los teléfonos públicos. Un año después tiene lugar el hito que marca un antes y un después, cuando la industria bancaria francesa decide crear una tarjeta inteligente estándar como tarjeta de crédito y débito para sus clientes. Esto ocasiona que se distribuyan más de 16 millones de tarjetas inteligentes. Acto seguido esta tecnología se comienza a distribuir también por Estados Unidos, aunque no es acogida con gran entusiasmo.

Las tarjetas inteligentes continúan ampliando su campo de uso y mejorando la tecnología que implementan durante los años siguientes, pero realmente experimentan su gran expansión con la aparición de la tarjeta SIM para teléfonos móviles GSM (Global System for Mobile Communication) en Europa en 1995.

A partir de este momento, las tarjetas inteligentes se distribuyen a todos los sectores del mercado, haciendo de su uso algo habitual e indispensable.

Una tarjeta inteligente se podría describir, de una manera sencilla, como un chip encapsulado en un rectángulo de PVC (PolyVinyl Chloride) con unos contactos exteriores que permiten la comunicación de la tarjeta con los dispositivos lectores. Esta somera descripción permite hacerse una idea de las características básicas que poseen las tarjetas inteligentes.



Fig. 1. Composición de una tarjeta inteligente con contactos.

En este apartado se enumeran los distintos tipos de tarjetas inteligentes que existen, la estructura interna que normalmente poseen y sus sistemas de archivos y seguridad que se implementan con estas tarjetas.

Clasificación de las tarjetas inteligentes.

Las tarjetas inteligentes se pueden clasificar según cuatro características básicas.

A continuación se describen los grupos y los rasgos característicos que dan origen a estas clasificaciones:

Según las capacidades del chip se pueden clasificar como:

Tarjetas de memoria: tarjetas que únicamente son capaces de almacenar datos. Por tanto, no ejecutan y albergan aplicaciones ejecutables.

Tarjetas microprocesadas tarjetas con una estructura muy similar a la de una computadora, con CPU, memorias y sistema operativo completo. Son capaces de almacenar datos y ejecutar aplicaciones.

Tarjetas criptográficas: evolución de las tarjetas microprocesadas en las que se incorporan módulos de hardware para la ejecución de algoritmos de cifrado y firma digital.

Según la estructura del sistema operativo se clasifica como:

Tarjetas de memoria: disponen de un sistema operativo muy limitado con una serie de comandos básicos de lectura y escritura de las distintas secciones de memoria.

Basadas en sistemas de ficheros, aplicaciones y comandos: Estas tarjetas disponen de un sistema de ficheros acorde al estándar ISO/IEC 7816 parte 4 y un sistema operativo que incorpora una o más aplicaciones que incluyen una serie de comandos que se pueden invocar a través de APIs (Application Programming Interface) de programación.

Java Cards: tarjetas donde el sistema operativo es una pequeña máquina virtual Java. Pueden ejecutar pequeñas aplicaciones desarrolladas específicamente para este entorno.

Según el tamaño de la tarjeta existen.

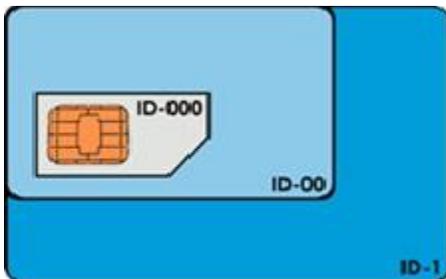


Fig. 2. Tamaños estándar para tarjetas inteligentes.

Según su interfaz.

- **CON CONTACTOS:** dispone de 8 contactos metálicos accesibles por los que se realiza la comunicación entre dispositivo lector y tarjeta inteligente. Se encuentran estandarizadas en la ISO 7816.

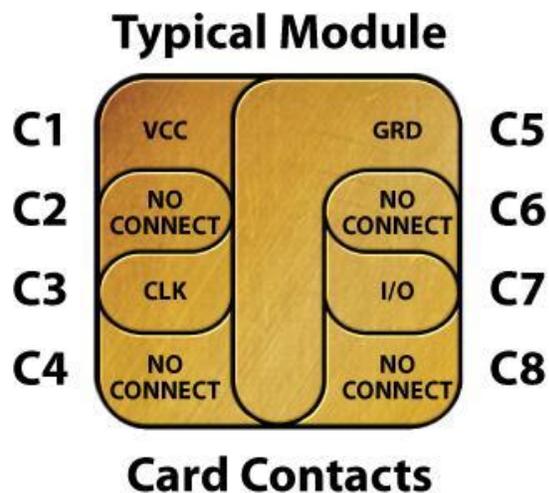


Fig. 3. Esquema de los contactos de una tarjeta chip.

- **SIN CONTACTOS:** se comunica con el sistema lector mediante radiofrecuencia ya que incorporan etiquetas RFID (Radio-Frequency Identification). Facilita su uso ya que no es necesario introducirla en el lector, y alarga la vida útil de la tarjeta al no sufrir estrés mecánico debido a su empleo. Se encuentran estandarizadas en la ISO 14443.

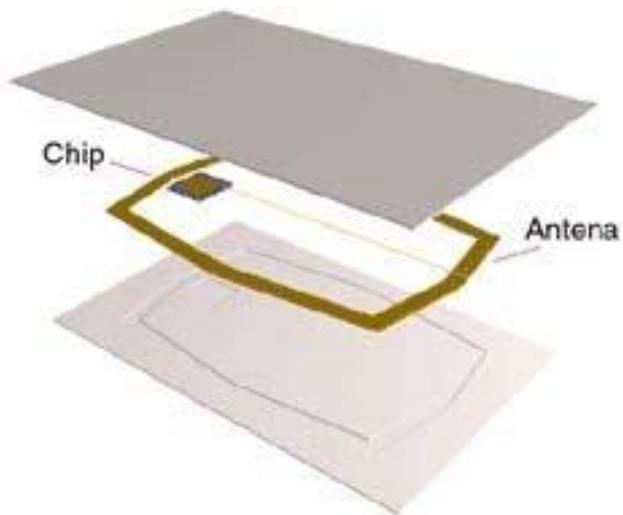


Fig. 4. Composición de una tarjeta inteligente tipo RFID.

- Híbridas: tarjetas sin contactos a las que se añade un segundo chip con contactos. Cada uno de los chips puede ser de cualquiera de las categorías antes mencionadas.
- Duales: iguales a las tarjetas híbridas con la salvedad de que solo portan un circuito integrado que realiza las funciones de chip con y sin contactos.

Estructura de la tarjeta microprocesada.

El chip de una tarjeta inteligente microprocesada está compuesto generalmente por una CPU, una memoria ROM (Read-Only Memory) donde se encuentra el sistema operativo, las instrucciones del protocolo de comunicación y los algoritmos de seguridad, una memoria RAM (Random-Access Memory) y una memoria EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) utilizada para el almacenamiento de datos y aplicaciones. En ocasiones puede contener algún módulo hardware destinado a operaciones criptográficas.

Todos estos elementos se comunican mediante un bus interno al que no se puede acceder desde el exterior, lo que hace imposible introducir comandos falsos o códigos maliciosos que produzcan un error en la seguridad. Este aspecto refuerza la seguridad global de las tarjetas inteligentes.

Respecto al sistema de archivos se puede decir que se encuentra dividido en tres zonas: la zona abierta, donde se encuentran los datos de usuario y aquella información no confidencial, la zona protegida por claves, donde la información se encuentra encriptada por distintas claves y la zona protegida por el PIN (Personal Identification Number), que contiene todos aquellos

ficheros que necesitan el código PIN para poder acceder a ellos. Este código es solicitado al usuario cuando se intenta acceder a esta información.

La organización jerárquica del árbol de directorios consiste en un directorio raíz (MF o Master File) del que cuelgan distintos directorios (DF o Dedicated File) o fichero (EF o Elementary File).

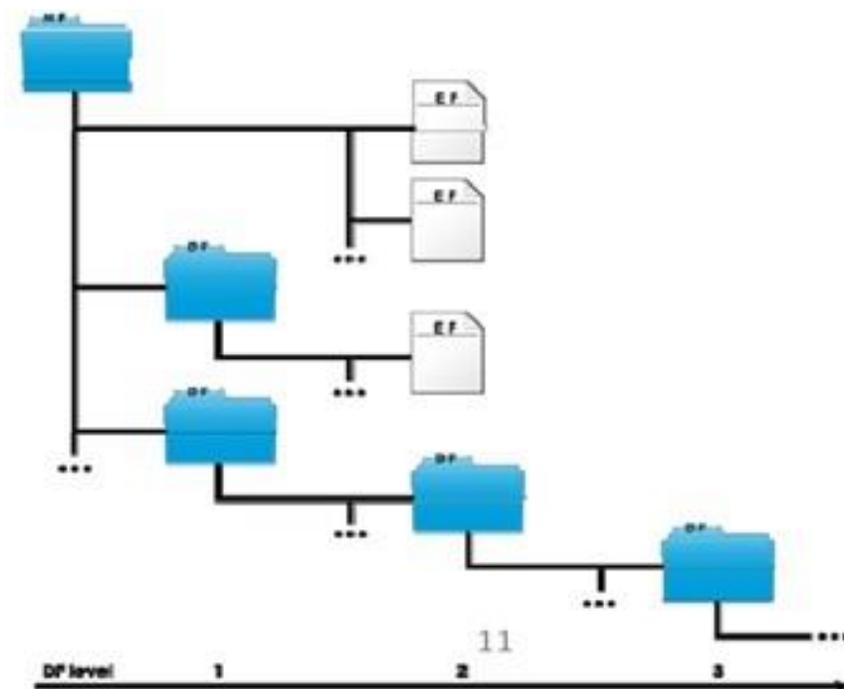


Fig. 5. Esquema del árbol de directorios de una tarjeta microprocesada.

Para acceder a los distintos ficheros que contienen la información deseada se debe recorrer el árbol de directorios. Para ello se deben intercambiar comandos con la tarjeta solicitando el acceso a cada uno de los directorios y, una vez llegados al fichero buscado, se solicita la extracción de los datos que contiene. Los comandos utilizados son en forma de APDU (Application Protocol Data Unit) que es la unidad de comunicación entre un lector de tarjetas inteligente y la propia tarjeta. Su forma y detalles se verán más adelante en esta memoria.

Características de Tarjeta Con Circuito Integrado de Contacto

La norma ISO7816 estableció las características que deben cumplir las tarjetas con circuito integrado, en cuanto a las características físicas de la tarjeta, dimensiones, ubicación de los contactos, definición de los protocolos de señales eléctricas y su transmisión.

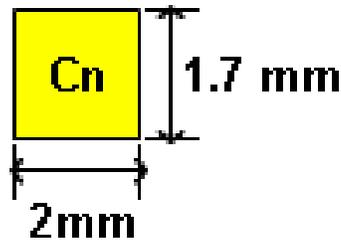


Fig. 6. Tamaño mínimo del contacto

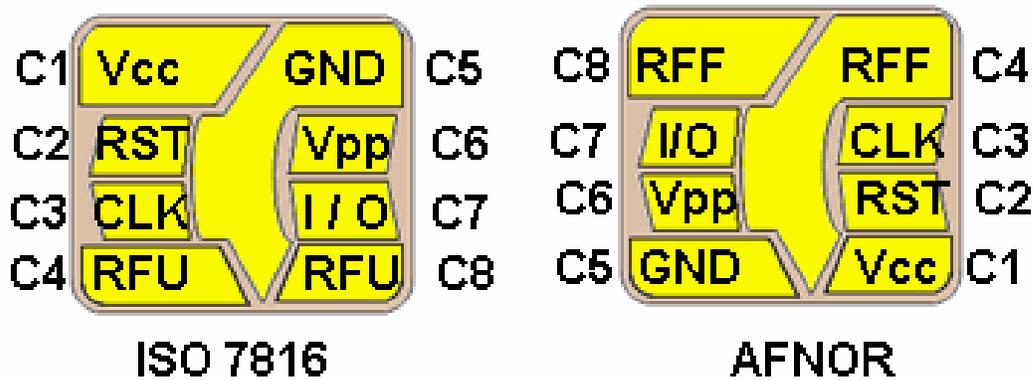


Fig. 7. Asignación de contactos

Tabla de asignación de contactos

Contacto	Asignación	Descripción
C1	Vcc	Entrada de fuente de poder 5V (Opcional)
C2	Reset	Reinicializar la señal suministrada por el dispositivo de interfaz o en combinación con un restablecimiento interno del circuito (si es interno, es obligatorio el suministro de voltaje Vcc)
C3	Clock	Cronometro o señal de reloj (opcional)
C4	RFU	Reservado para uso futuro
C5	Gnd	Tierra (referencia de voltaje)
C6	Vpp	Voltaje de programación de entrada (Opcional)
C7	I/O	Entrada o Salida serial de los datos del circuito integrado en la
C8	RFU	Reservado para uso futuro

Tabla 1. Asignación Contactos

Símbolo	Condiciones		Mín.	Máx.	Unid
Vih	Cualquiera (1) ó	$I_{ihm\acute{a}x} = \pm 500m A$	2	Vcc	V
		$I_{ihm\acute{a}x} = \pm 50m A$	0.7 Vcc	Vcc (3)	V
Vil	$I_{ilm\acute{a}x} = 1mA$		0	0.8	V
Voh (2)	Cualquiera ó	$I_{olm\acute{a}x} = \pm 100m A$	2.4	Vcc	V
		$I_{olm\acute{a}x} = \pm 20m A$	3.8	Vcc	V
Vol	$I_{olm\acute{a}x} = 1mA$		0	0.4	V
tr, tf	$C_{in} = 30pF; C_{out} = 30pF$			1	m s
<p>1. Para el dispositivo de interfaz, tiene en cuenta ambas condiciones.</p> <p>2. Se asume que se usa una resistencia de jalón en el dispositivo de la interfaz (se recomienda 20 KW)</p>					

Tabla 2. Características Eléctricas de I/O bajo condiciones normales de operación.

Convenciones:

Vih: Nivel de voltaje de entrada alto

Vil: Nivel de voltaje de entrada bajo

Vcc: Fuente de suministro de voltaje en Vcc

Símbolo	Condiciones	Mín.	Máx.	Unidad
Vpp	Estado Ocioso	$0.95*V_{cc}$	$1.05*V_{cc}$	V
Ipp	(programación no activa)		20	mA
Vpp	Estado Activo	$0.975*P$	$1.025*P$	V
Ipp	(programando la tarjeta)		I	mA
La tarjeta provee la interfaz con valores de P e I (valores por defecto: P=5 e I=50)				

Tabla 3. Características Eléctricas de Vpp bajo condiciones normales de operación.

Levantamiento de tiempo de caída: 200m s máximo. La razón de cambio de Vpp no debe exceder 2V/m s. La máxima potencia Vpp*Ipp no debe exceder 1.5W sobre cualquier periodo de 1s.

Contacto 3 - Reloj (CLK)

La frecuencia actual, entregada por el dispositivo de interfaz en CLK, es designado igual por F_i (la frecuencia inicial) durante la respuesta a reinicializar, o por la F_s (frecuencia subsiguiente) durante la transmisión subsiguiente.

El ciclo de trabajo para operaciones asíncronas debe estar entre 45% y 55% del periodo durante una operación estable. El cuidado se debe tener cuando se cambian frecuencias (de F_i a F_s) para asegurarse que el pulso no sea inferior al 45% del periodo más corto.

Símbolo	Condiciones	Mín.	Máx.	Unidad	
Vih	Cualquiera (1) ó (1)	lih _{máx} = ± 200m A	2.4	V _{cc} (2)	V
		lih _{máx} = ± 20m A	0.7* V _{cc}	V _{cc} (2)	V
		lih _{máx} = ± 10m A	V _{cc} -0.7	V _{cc} (2)	V
Vil	lilm _{máx} = ± 200m A	0 (2)	0.5	V	
tr, tf	Cin = 30pF		9% del periodo con un máx.: 0.5m s		
Para el dispositivo de interfaz, tiene en cuenta las tres condiciones. El voltaje en CLK debe permanecer entre 0.3v y V _{cc} +0.3v					

Tabla 4. Características Eléctricas de CLK bajo condiciones normales de operación.

Contacto 2 - Reinicializar (RST)

Símbolo	Condiciones	Mín.	Máx.	Unidad	
Vih	Cualquiera (1) ó	lih _{máx} = ± 200m A	4	V _{cc} (2)	V
		lih _{máx} = ± 10m A	V _{cc} -0.7	V _{cc} (2)	V
Vil	lilm _{máx} = ± 200m A	0 (2)	0.6	V	
Para el dispositivo de interfaz, tiene en cuenta las dos condiciones. El voltaje en RST debe permanecer entre 0.3v y V _{cc} +0.3v					

Tabla 5. Características Eléctricas de RST bajo condiciones normales de operación.

Contacto 1 - Vcc

Este contacto es usado para suministrar el voltaje Vcc.

Tipos de Memorias Usadas en las Tarjetas Inteligentes

Memoria de sólo lectura - ROM. Contiene el sistema operativo del circuito integrado. El sistema operativo o el juego de comandos controla todas las comunicaciones entre el chip el dispositivo lector. El sistema operativo controla el acceso a los archivos del sistema o applets. La memoria es escrita durante su producción por el productor manufacturero y una vez escrito, no puede ser alterado.

Memoria de sólo lectura programable y borrable - EEPROM. Es una memoria no volátil y es memoria lectura/escritura para el almacenamiento de datos. El acceso a la memoria EEPROM es controlado por el sistema operativo del circuito integrado. La memoria puede contener 128 Kbyte de memoria con el potencial para más de 256 Kbyte.

La memoria puede contener datos como el número de identificación personal (PIN) que solo puede ser acezado por el sistema operativo, otros datos, como el numero serial de la tarjeta, pueden ser escritos en la memoria EEPROM durante su fabricación. EEPROM es típicamente usado para aplicaciones de datos y para ciertas funciones filtradas. La mayoría de las memorias EEPROM son usadas para almacenar datas como registros biométricos, datos financieros, tarjetas de pago, información demográfica y registro de transacciones. La memoria puede ser programada o borrada de decenas hasta cientos de miles de veces.

Memoria de acceso aleatoria - RAM. Es una memoria volátil, usada para almacenamiento temporal de registros por el microcontrolador.

Memoria RAM – Ferro Eléctrica. (También llamada Fe-RAM). Es otro tipo de memoria no volátil. Esta memoria puede leer datos cientos de veces más rápido a bajo voltaje. Esta memoria combina la velocidad de lectura y escritura de una memoria dinámica RAM con la de almacenar datos cuando se apaga la fuente de poder. Como es una memoria rápida con bajos requerimientos de poder, tiene muchas aplicaciones en dispositivos de pequeños consumidores. FRAM es más veloz que una memoria flash. Se espera que remplace las memorias EEPROM y SRAM para algunas aplicaciones y tiene el potencial para convertirse en una componente clave en aplicaciones inalámbricas futuras.

Memorias Flash. Es un tipo de memoria permanentemente energizada, no volátil que puede ser borrada y reprogramada en unidades de memoria llamadas bloques. Las memorias flash son menos costosas que las memorias EEPROM, pero no puede ser programada y borrada tantas veces y por lo general no puede programarse o borrarse bytes sencillos de memoria.

Estándar internacional relacionado con las tarjetas de identificación electrónicas

Normativa: ISO/IEC 7816.

La norma ISO/IEC 7816 define los estándares para la fabricación y uso de las tarjetas inteligentes. Está compuesta por 15 apartados que tratan cada uno de los aspectos a tener en cuenta a la hora de diseñar, fabricar u operar con esta tecnología.

A continuación se ha realizado un breve resumen de las distintas partes que componen esta norma, prestando especial atención a las 4 primeras ya que describen los aspectos de mayor interés para este proyecto.

En este apartado se describen las características físicas de las tarjetas inteligentes con contactos. Se analizan los valores límite de exposición a fenómenos electromagnéticos y de temperatura. Además se definen las pruebas de esfuerzo mecánico que deben superar las tarjetas para cumplir con la normativa.

ISO 7816-2: Tamaño y localización de los contactares.

En este punto se define la dimensión y ubicación de los contactares en la tarjeta de PVC. También se describe el número de contactos que deben existir, así como su función y posición.

ISO7816-3: Señales electrónicas y protocolos de transmisión.

Potencia, forma de señal e intercambio de información entre una tarjeta inteligente y un sistema lector. Incluye los siguientes sub-apartados: ISO7816 - 3.1 Valores de corriente y tensión, ISO 7816-3.2 Procedimiento operativo para tarjetas con circuitos integrados, ISO7816-3.3 Respuesta aun reseteo ATR (Answer to Reset), ISO7816-3.4 Selección de tipo de protocolo (PTS, Protocol Type Selection), ISO 7816-3.5 Tipo de protocolo T=0, protocolo de transmisión de caracteres asíncrono half- duplex.

ISO 7816-4: Organización, seguridad y comandos para el intercambio de información.

Contenido de los mensajes intercambiados entre tarjeta inteligente y dispositivo lector, así como los comandos, la estructura del sistema de archivos y los datos que albergan, métodos de acceso a los datos y métodos de seguridad.

ISO 7816-6: Interoperabilidad en los elementos de datos para el intercambio

Elementos de datos (DEs) utilizados para el intercambio inter-industrial basado en tarjetas de circuitos integrados (ICC) con contactos y sin contactos. Se proporciona el identificador, nombre, descripción, formato, la codificación y la disposición de cada DE y define los medios de recuperación de las de la tarjeta.

ISO7816-7: Interoperabilidad en los comandos de la tarjeta (SCQL).

Método seguro de base de datos relacional para tarjetas inteligentes basadas en interfaces SQL.

ISO7816-8: Comandos para operaciones de seguridad.

Comandos para tarjetas de circuitos integrados, ya sean con contactos o sin contactos, que se pueden utilizar para operaciones criptográficas. Estos comandos son complementarios y se basan en los comandos descritos es el apartado ISO7816-4.

ISO 7816-9: Comandos para la gestión de la tarjeta.

Comandos para tarjetas de circuitos integrados, con contactos y sin contactos, para la gestión de archivos. Estos comandos abarcan todo el ciclo de vida completo de la tarjeta y, por lo tanto, algunos comandos pueden ser utilizados antes de que la tarjeta haya sido expedida subtitular o después de la tarjeta haya caducado.

ISO7816-10: Señales electrónicas para operación síncrona.

Métodos utilizados por las tarjetas de memoria para aplicaciones tales como tarjetas telefónicas prepago o máquinas expendedoras.

ISO 7816-11: Verificación de la identidad personal a través de métodos biométricos.

Uso de los comandos y objetos de datos relacionados con la verificación personal a través de métodos biométricos en tarjetas inteligentes. Los comandos utilizados se definen en la norma ISO 7816-4. Los objetos de datos están parcialmente definidos en la parte importada de la norma ISO/IEC 19785-1

ISO 7816-12 Tarjetas con contactos. Interfaz eléctrica USB y procedimientos operativos.

Condiciones de funcionamiento de una tarjeta inteligente que proporciona una interfaz USB.

ISO 7816-13: Comandos de administración de aplicaciones en múltiples aplicaciones entorno.

Comandos para la gestión de aplicaciones en un entorno Multi-aplicación.

ISO7816-15: Aplicación de información criptográfica.

Aplicación que contiene información sobre la funcionalidad criptográfica. Por otra parte, se define una sintaxis común (en ASN.1) y formato de la información criptográfica y mecanismos para compartir esta información cuando proceda.

Este resumen únicamente recoge la normativa que se aplica directamente sobre las tarjetas inteligentes y dispositivos estándar que operan con ellas. Para aplicaciones específicas sobre tarjetas inteligentes existen normas que se deben tener en cuenta como la EMV (Europa y MasterCard VISA) para trabajar con sistema de pago o GSM para trabajos basados en tarjetas SIM.

Lector de tarjetas inteligentes.



Fig. 8. Lector de tarjetas RFID para Arduino

Un lector de tarjetas es un dispositivo intermedio entre la tarjeta inteligente y el sistema que interactúa con ella. Permite la lectura y escritura en las tarjetas inteligentes y, como consecuencia de la gran expansión que están experimentando las tarjetas en todos los sectores, cada vez resultan más útiles e imprescindibles este tipo de dispositivos.

Existen distintos tipos de lectores de tarjetas dependiendo de sus características principales y de su capacidad operativa. A continuación se clasifican según diversas características:

Según su capacidad operativa

Solo lectores: son dispositivos que solo son capaces de leer datos de una tarjeta. Mantiene un proceso de comunicación que termina con una extracción de datos.

Lectores/grabadores: además de leer datos también son capaces de grabarlos en la memoria de la tarjeta inteligente. Tienen un precio superior a los anteriores pero permiten un mayor rango de operaciones con las tarjetas.

Según su conexión con el sistema

Integrados o internos: son lectores diseñados para ser instalados de forma permanente dentro del sistema que hará uso de ellos. Por ejemplo: un cajero automático.

Externos: se trata de lectores portátiles. Son fáciles de transportar dado su reducido tamaño y son más económicos que los lectores fijos. Su conexión con el sistema anfitrión suele ser por USB o por medio de una interfaz PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association).

Según su compatibilidad con las tarjetas:

Específicos: son lectores específicos para trabajar con un solo tipo de tarjeta. Normalmente son para uso doméstico o situaciones en las que todos los usuarios posean el mismo tipo de tarjeta. Son lectores asequibles y sencillos de usar.

Multi-tarjeta: lectores capaces de operar con tarjetas que poseen distintas tecnologías. Las más habituales son tarjetas con contactos, sin contactos o RFID y tarjetas de banda magnética. Son lectores diseñados para entornos empresariales o comerciales. Debido a su gran capacidad operativa, son lectores más complejos y caros que los anteriores.

Estas son las tres grandes características que se deben tener en cuenta a la hora de diseñar o adquirir un lector de tarjetas inteligentes. Tomando una de las opciones de cada uno de los grupos se puede obtener el lector acorde con las necesidades del proyecto que lo requiere.

Lectores de tarjetas comerciales.

A continuación se enumeran algunos ejemplos de lectores de tarjetas chip que se pueden encontrar en el mercado. Estos lectores combinan alguna de las características descritas con anterioridad y se suministran junto con los drivers y software necesario para hacerlos funcionar correctamente.

LTC31USB:



Fig. 9. Lector LTC31USB.

El lector LTC31 USB, es el más popular y económico de su gama. Diseñado especialmente para su utilización en entornos de firma electrónica, identificación y autenticación. Es totalmente compatible con el DNI electrónico, la tarjeta criptográfica CERES-FNMT y las tarjetas chip que cumplan con el estándar ISO 7816 (1, 2,3 y 4).

LTC36PROUSBexterno:



Fig. 10. Lector LTC36PRO USB externo.

La línea LTC36 PRO de lectores de tarjeta inteligente está diseñada especialmente para su uso en entornos de firma electrónica, identificación y autenticación, siendo totalmente compatibles con el DNI electrónico y las tarjetas chip más utilizadas actualmente en el mercado. Ofrecen grandes prestaciones y facilidad de uso a un coste reducido. Incorporan un contactor de tarjetas de larga duración que permite más de 150.000 inserciones, así como un microprocesador de gran capacidad de memoria de programa que ofrece la posibilidad de ampliar las funcionalidades de los dispositivos.

LTC36PROUSBinterno:



Fig. 11. Lector LTC36PRO USB interno.

Los lectores LTC36 PRO componen la línea profesional de C3PO, S.A. Están pensados para un uso intensivo sin dañar la tarjeta y para ofrecer funcionalidades adicionales según las necesidades de instituciones, organismos y empresas. El lector LTC36 PRO USB interno, está diseñado para ser integrado en PCs, kioskos, máquinas expendedoras,...

Teclado KBR36USB Negro



Fig. 12. Lector con teclado KBR36 USB.

Teclado USB con lector de tarjeta chip y DNle integrado. Diseñado especialmente para su uso en entornos de firma electrónica, identificación y autenticación, siendo totalmente compatible con el DNI electrónico y las tarjetas chip más utilizadas actualmente en el mercado. Incorpora un contacto de tarjetas de larga duración que permite más de 150.000 inserciones, así como un microprocesador de gran capacidad de memoria de programa que ofrece la posibilidad de ampliar las funcionalidades de los dispositivos.

PCMCIA4040:



Fig. 13. Lector PCMCIA 4040.

Dispositivo lector y grabador de tarjeta chip que se integra completamente en la bahía PCMCIA de las computadoras portátiles. Diseñado especialmente para su utilización en entornos de certificación confirma digital.

Mini Lector EVO:



Fig. 14. Mini Lector EVO

Lector y grabador de tarjeta inteligente (DNle), de escritorio, diseñado para cumplir con los requisitos técnicos y funcionales más exigentes en materia de firma electrónica.

Mini Lector BAY:



Fig. 15. Mini Lector BAY.

Lector de tarjeta inteligente (DNle) diseñado para una perfecta integración en bahías de 3,5" de computadoras o quioscos de internet. Permite la conexión directa al puerto USB de la placa base de la computadora o mediante un cable USB externo.

Mini Lector PCMCIA:



Fig. 16. Mini Lector PCMCIA.

Lector de DNI e para puerto PCMCIA tipo II. Diseñado para computadoras portátiles.

Mini Lector XPRESS:



Fig. 17. Mini Lector XPRESS.

Lector de DNI e para puerto XPRESS Card. Diseñado para computadoras portátiles.

Plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador.



Fig. 18. Forma física de una placa de Arduino UNO

Descripción

Arduino es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.

El hardware consiste en una placa con un microcontrolador Atmel AVR y puertos de entrada/salida.⁴ Los microcontroladores más usados son el Atmega168, Atmega328,

Atmega1280, ATmega8 por su sencillez y bajo coste que permiten el desarrollo de múltiples diseños. Por otro lado el software consiste en un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje de programación Processing/Wiring y el cargador de arranque que es ejecutado en la placa.

Arduino se puede utilizar para desarrollar objetos interactivos autónomos o puede ser conectado a software tal como Adobe Flash, Processing, Max/MSP, Pure Data). Las placas se pueden montar a mano o adquirirse. El entorno de desarrollo integrado libre se puede descargar gratuitamente.

Arduino puede tomar información del entorno a través de sus entradas y controlar luces, motores y otros actuadores. El microcontrolador en la placa Arduino se programa mediante el lenguaje de programación Arduino (basado en Wiring) y el entorno de desarrollo Arduino (basado en Processing). Los proyectos hechos con Arduino pueden ejecutarse sin necesidad de conectar a una computadora.

El proyecto Arduino recibió una mención honorífica en la categoría de Comunidades Digital en el Prix Ars Electrónica de 2006.

Historia de Arduino

Arduino se inició en el año 2005 como un proyecto para estudiantes en el Instituto IVREA, en Ivrea (Italia). En ese tiempo, los estudiantes usaban el microcontrolador BASIC Stamp, cuyo costo era de 100 dólares estadounidenses, lo que se consideraba demasiado costoso para ellos. En ese tiempo, uno de los fundadores de Arduino, Massimo Banzi, daba clases en Ivrea.

El nombre del proyecto viene del nombre del *Bar di Re Arduino* (Bar del Rey Arduino) donde Massimo Banzi pasaba algunas horas. En su creación, contribuyó el estudiante colombiano Hernando Barragán, quien desarrollo la tarjeta electrónica Wiring, el lenguaje de programación y la plataforma de desarrollo. Una vez concluida dicha plataforma, los investigadores trabajaron para hacerlo más ligero, más económico y disponible para la comunidad de fuente abierta. El instituto eventualmente cerró sus puertas, así que los investigadores, entre ellos el español David Cuartielles, promovieron la idea. Banzi afirmaría años más tarde, que el proyecto nunca surgió como una idea de negocio, sino como una necesidad de subsistir ante el inminente cierre del Instituto de diseño Interactivo IVREA. Es decir, que al crear un producto de hardware abierto, éste no podría ser embargado.

Posteriormente, Google colaboró en el desarrollo del Kit Android ADK (Accessory Development Kit), una placa Arduino capaz de comunicarse directamente con teléfonos celulares inteligentes bajo el sistema operativo Android para que el teléfono controle luces, motores y sensores conectados de Arduino.

Para la producción en serie de la primera versión se tomó en cuenta que el costo no fuera mayor a 30 Euros, que fuera ensamblado en una placa de color azul, debía ser Plug and Play y que trabajara con todas las plataformas informáticas tales como MacOSX, Windows y GNU/Linux. Las primeras 300 unidades se las dieron a los alumnos del Instituto IVRAE, con el fin de que las probaran y empezaran a diseñar sus primeros prototipos.

En el año 2005, se incorporó al equipo el profesor Tom Igoe, quien ha trabajado en computación física, luego de que se enterara del mismo a través de Internet. Él ofreció su apoyo para desarrollar el proyecto a grandes escalas y de hacer los contactos para distribuir las tarjetas en territorio estadounidense. En la feria Maker Fair del 2011 se presentó la primera placa Arduino 32 Bit para trabajar tareas más pesadas.

Aplicaciones

El módulo Arduino ha sido usado como base en diversas aplicaciones electrónicas:

Xoscillo: Osciloscopio de código abierto.

Equipo científico para investigaciones.

Arduinome: Un dispositivo controlador MIDI.

OBDuino: un económetro que usa una interfaz de diagnóstico a bordo que se halla en los automóviles modernos.

Humane Reader: dispositivo electrónico de bajo costo con salida de señal de TV que pueden manejar una biblioteca de 5000 títulos en una tarjeta microSD.

The Humane PC: equipo que usa un módulo Arduino para emular un computador personal, con un monitor de televisión y un teclado para computadora.

Ardupilot: software y hardware de aviones no tripulados.

ArduinoPhone: un teléfono móvil celular construido sobre un módulo Arduino.

Lenguaje de programación Arduino

La plataforma Arduino se programa mediante el uso de un lenguaje propio basado en el lenguaje de programación de alto nivel Processing. Sin embargo, es posible utilizar otros

lenguajes de programación y aplicaciones populares en Arduino, debido a que Arduino usa la transmisión serial de datos soportada por la mayoría de los lenguajes mencionados. Para los que no soportan el formato serie de forma nativa, es posible utilizar software intermediario que traduzca los mensajes enviados por ambas partes para permitir una comunicación fluida. Algunos ejemplos son:

3DVIA Virtools: aplicaciones interactivas y de tiempo real.

Adobe Director

BlitzMax (con acceso restringido)

C

C++ (mediante libSerial o en Windows)

C#

Cocoa/Objective-C (para Mac OS X)

Flash (mediante ActionScript)

Gambas

Isadora (Interactividad audiovisual en tiempo real)

Instant Reality (X3D)

Java

Liberlab (software de medición y experimentación)

Mathematica

Matlab

MaxMSP: Entorno gráfico de programación para aplicaciones musicales, de audio y multimedia

Minibloq: Entorno gráfico de programación, corre también en las computadoras OLPC

Perl

Php

Physical Etoys: Entorno gráfico de programación usado para proyectos de robótica educativa

Processing

Pure Data

Python

Ruby

Scratch for Arduino (S4A): Entorno gráfico de programación, modificación del entorno para niños Scratch, del MIT)

Squeak: Implementación libre de Smalltalk

SuperCollider: Síntesis de audio en tiempo real

VBScript

Visual Basic .NET

VVVV: Síntesis de vídeo en tiempo real

Estructuras de control

Condicionales: if, if...else, switch case

Bucles: for, while, do... while

Bifurcaciones y saltos: break, continue, return, goto

Variables

En cuanto al tratamiento de las variables también comparte un gran parecido con el lenguaje C

Constantes

HIGH/LOW: representan los niveles alto y bajo de las señales de entrada y salida. Los niveles altos son aquellos de 3 voltios o más.

INPUT/OUTPUT: entrada o salida.

false (falso): Señal que representa al cero lógico. A diferencia de las señales HIGH/LOW, su nombre se escribe en letra minúscula.

true (verdadero): Señal cuya definición es más amplia que la de *false*. Cualquier número entero diferente de cero es "verdadero", según el álgebra de Boole, como en el caso de -200, -1 o 1. Si es cero, es "falso".

Tipos de datos

void, boolean, char, unsigned char, byte, int, unsigned int, word, long, unsigned long, float, double, string, array.

Conversión entre tipos

Estas funciones reciben como argumento una variable de cualquier tipo y devuelven una variable convertida en el tipo deseado.

char(), byte(), int(), word(), long(), float()

Calificadores y ámbito de las variables

static, volatile, const

Utilidades

sizeof()

Funciones Básicas

E/S Digital

pinMode(pin, modo)

digitalWrite(pin, valor)

int digitalRead(pin)

E/S Analógica

analogReference(tipo)

int analogRead(pin)

analogWrite(pin, valor)

E/S Avanzada

shiftOut(dataPin, clockPin, bitOrder, valor)

unsigned long pulseIn(pin, valor)

Tiempo

unsigned long millis()

unsigned long micros()

delay(ms)

delayMicroseconds(microsegundos)

Números aleatorios

randomSeed(semilla), long random(máx), long random(mín, máx)

Las funciones de manejo del puerto serie deben ir precedidas de la palabra "Serial" aunque no necesitan ninguna declaración en la cabecera del programa. Por esto se consideran funciones base del lenguaje. Estas son las funciones para transmisión serial:

begin(), available(), read(), flush(), print(), println(), write()

Interrupciones

Las señales de interrupción son las siguientes:

cli(): desactiva las interrupciones globales

sei(): activa las interrupciones

Esto afectará al temporizador y a la comunicación serial. La función delay Microseconds () desactiva las interrupciones cuando se ejecuta.

Temporizadores

La función delayMicroseconds () crea el menor retardo posible del lenguaje Arduino que ronda los 2µs. Para retardos más pequeños se debe utilizar la llamada de ensamblador 'nop' (no operación). Cada sentencia 'nop' se ejecutará en un ciclo de máquina (16 MHz) de aproximadamente 62.5ns.

Manipulación de puertos

La manipulación de puertos con código AVR es más rápida que utilizar la función digitalWrite () de Arduino.

Establecer Bits en variables

Cbi y sbi son mecanismos estándar (AVR) para establecer o limpiar bits en PORT y otras variables.

Diferencias con Processing

La sintaxis del lenguaje de programación Arduino es una versión simplificada de C/C++ y tiene algunas diferencias respecto de Processing. Debido a que Arduino está basado en C/C++ mientras que Processing se basa en Java, existen varias diferencias en cuanto a la sintaxis de ambos lenguajes y el modo en que se programa:

Ejemplo sencillo de programación en Arduino

El primer paso antes de comprobar que la instalación es correcta y empezar a trabajar con Arduino, es usar ejemplos prácticos que vienen disponibles con el dispositivo. Se recomienda abrir el ejemplo "led_blink" el cual crea una intermitencia por segundo en un led conectado en el pin 13. El código necesario es el siguiente:

```
# define LED_PIN 13
void setup () {
  // Activado del contacto 13 para salida digital
  pinMode (LED_PIN, OUTPUT);
}
// Bucle infinito
void loop () {
  // Encendido del diodo LED enviando una señal alta
  digitalWrite (LED_PIN, HIGH);
  // Tiempo de espera de 1 segundo (1000 ms)
  delay (1000);
  // Apagado del diodo LED enviando una señal baja.
  digitalWrite (LED_PIN, LOW);
  // Tiempo de espera de 1 segundo
  delay (1000);
}
```

Bibliotecas en Arduino

Las bibliotecas estándar que ofrece Arduino son las siguientes:

Serial

Lectura y escritura por el puerto serie.

EEPROM

Lectura y escritura en el almacenamiento permanente.

read(), write()

Ethernet

Conexión a Internet mediante “Arduino Ethernet Shield”. Puede funcionar como servidor que acepta peticiones remotas o como cliente. Se permiten hasta cuatro conexiones simultáneas.

Los comandos usados son los siguientes:

Servidor: `Server()`, `begin()`, `available()`, `write()`, `print()`, `println()`

Cliente: `Client()`, `connected()`, `connect()`, `write()`, `print()`, `println()`, `available()`, `read()`, `flush()`, `stop()`

Firmata

Es una biblioteca de comunicación con aplicaciones informáticas utilizando el protocolo estándar del puerto serie.

LiquidCrystal

Control de LCDs con chipset Hitachi HD44780 o compatibles. a biblioteca soporta los modos de 4 y 8 bits.

Servo

Biblioteca para el control de servomotores A partir de la versión 0017 de Arduino la biblioteca soporta hasta 12 motores en la mayoría de las placas Arduino y 48 en la Arduino Mega. Estos son los comandos usados:

`attach()`, `write()`, `writeMicroseconds()`, `read()`, `attached()`, `detach()`

Software Serial

Comunicación serie en contactos digitales. Por defecto Arduino incluye comunicación sólo en los contactos 0 y 1 pero gracias a esta biblioteca puede realizarse esta comunicación con los restantes.

Creación de bibliotecas

Los usuarios de Arduino tienen la posibilidad de escribir sus propias bibliotecas. Ello permite disponer de código que puede reutilizarse en otros proyectos, mantener el código fuente principal separado de las bibliotecas y la organización de los programas construidos es más clara. Mecanismo de conexión de dispositivo electrónico de forma inalámbrica

Mecanismo de conexión de dispositivos electrónicos de forma inalámbrica.



Fig. 19. Logotipo del wifi

Wi-Fi en algunos países hispanohablantes (/ˈwɪfi/) es un mecanismo de conexión de dispositivos electrónicos de forma inalámbrica. Los dispositivos habilitados con Wi-Fi, tales como: una computadora personal, una consola de videojuegos, un smartphone o un reproductor de audio digital, pueden conectarse a Internet a través de un punto de acceso de red inalámbrica. Dicho punto de acceso (o hotspot) tiene un alcance de unos 20 metros en interiores y al aire libre una distancia mayor. Pueden cubrir grandes áreas la superposición de múltiples puntos de acceso.

Wi-Fi es una marca de la Wi-Fi Alliance (anteriormente la *WECA: Wireless Ethernet Compatibility Alliance*), la organización comercial que adopta, prueba y certifica que los equipos cumplen los estándares 802.11 relacionados a redes inalámbricas de área local.

Historia sobre Wi-Fi

Esta nueva tecnología surgió por la necesidad de establecer un mecanismo de conexión inalámbrica que fuese compatible entre distintos dispositivos. Buscando esa compatibilidad fue que en 1999 las empresas 3Com, Airones, Intersil, Lucent Technologies, Nokia y Symbol Technologies se reunieron para crear la Wireless Ethernet Compatibility Alliance, o *WECA*, actualmente llamada *Wi-Fi Alliance*. El objetivo de la misma fue designar una marca que permitiese fomentar más fácilmente la tecnología inalámbrica y asegurar la compatibilidad de equipos.

De esta forma, en abril de 2000 *WECA* certifica la interoperabilidad de equipos según la norma IEEE 802.11b, bajo la marca Wi-Fi. Esto quiere decir que el usuario tiene la garantía de que todos los equipos que tengan el sello Wi-Fi pueden trabajar juntos sin problemas, independientemente del fabricante de cada uno de ellos. Se puede obtener un listado completo de equipos que tienen la certificación Wi-Fi en Alliance - Certified Products.

En el año 2002 la asociación *WECA* estaba formada ya por casi 150 miembros en su totalidad.

La familia de estándares 802.11 ha ido naturalmente evolucionando desde su creación, mejorando el rango y velocidad de la transferencia de información, su seguridad, entre otras cosas.

La norma IEEE 802.11 fue diseñada para sustituir el equivalente a las capas físicas y MAC de la norma 802.3 (Ethernet). Esto quiere decir que en lo único que se diferencia una red Wi-Fi de una red Ethernet es en cómo se transmiten las tramas o paquetes de datos; el resto es idéntico. Por tanto, una red local inalámbrica 802.11 es completamente compatible con todos los servicios de las redes locales (LAN) de cable 802.3 (Ethernet).

El nombre Wi-Fi

Aunque se tiende a creer que el término Wi-Fi es una abreviatura de *Wireless Fidelity* (Fidelidad inalámbrica), equivalente a Hi-Fi, *High Fidelity*, término frecuente en la grabación de sonido, la WECA contrató a una empresa de publicidad para que le diera un nombre a su estándar, de tal manera que fuera fácil de entender y recordar. Phil Belanger, miembro fundador de Wi-Fi Alliance que apoyó el nombre Wi-Fi.

"Wi-Fi" y el "Style logo" del Yin Yang fueron inventados por la agencia Interbrand. Nosotros (WiFi Alliance) contratamos a Interbrand para que nos hiciera un logotipo y un nombre que fuera corto, tuviera mercado y fuera fácil de recordar. Necesitábamos algo que fuera algo más llamativo que "IEEE 802.11b de Secuencia Directa". Interbrand creó nombres como "Prozac", "Compaq", "OneWorld", "Imation", por mencionar algunos. Incluso inventaron un nombre para la compañía: VIATO."

Estándares que certifica Wi-Fi

Los estándares IEEE 802.11b, IEEE 802.11g e IEEE 802.11n disfrutaron de una aceptación internacional debido a que la banda de 2.4 GHz está disponible casi universalmente, con una velocidad de hasta 11 Mbit/s, 54 Mbit/s y 300 Mbit/s, respectivamente.

En la actualidad ya se maneja también el estándar IEEE 802.11a, conocido como WIFI 5, que opera en la banda de 5 GHz y que disfruta de una operatividad con canales relativamente limpios. La banda de 5 GHz ha sido recientemente habilitada y, además, no existen otras tecnologías (Bluetooth, microondas, ZigBee, WUSB) que la estén utilizando, por lo tanto existen muy pocas interferencias. Su alcance es algo menor que el de los estándares que

trabajan a 2.4 GHz (aproximadamente un 10%), debido a que la frecuencia es mayor (a mayor frecuencia, menor alcance).

Existe un primer borrador del estándar IEEE 802.11n que trabaja a 2.4 GHz y a una velocidad de 108 Mbit/s. Sin embargo, el estándar 802.11g es capaz de alcanzar ya transferencias a 108 Mbit/s, gracias a diversas técnicas de aceleramiento. Actualmente existen ciertos dispositivos que permiten utilizar esta tecnología, denominados *Pre-N*.

Existen otras tecnologías inalámbricas como Bluetooth que también funcionan a una frecuencia de 2.4 GHz, por lo que puede presentar interferencias con la tecnología Wi-Fi. Debido a esto, en la versión 1.2 del estándar Bluetooth por ejemplo se actualizó su especificación para que no existieran interferencias con la utilización simultánea de ambas tecnologías, además se necesita tener 40 000 k de velocidad.

Seguridad y fiabilidad

Uno de los problemas a los cuales se enfrenta actualmente la tecnología Wi-Fi es la progresiva saturación del espectro radioeléctrico, debido a la masificación de usuarios, esto afecta especialmente en las conexiones de larga distancia (mayor de 100 metros). En realidad Wi-Fi está diseñado para conectar ordenadores a la red a distancias reducidas, cualquier uso de mayor alcance está expuesto a un excesivo riesgo de interferencias.

Un muy elevado porcentaje de redes son instalados sin tener en consideración la seguridad convirtiendo así sus redes en redes abiertas (o completamente vulnerables ante el intento de acceder a ellas por terceras personas), sin proteger la información que por ellas circulan. De hecho, la configuración por defecto de muchos dispositivos Wi-Fi es muy insegura (Router, por ejemplo) dado que a partir del identificador del dispositivo se puede conocer la clave de éste; y por tanto acceder y controlar el dispositivo se puede conseguir en sólo unos segundos.

El acceso no autorizado a un dispositivo Wi-Fi es muy peligroso para el propietario por varios motivos. El más obvio es que pueden utilizar la conexión. Pero además, accediendo al Wi-Fi se puede monitorizar y registrar toda la información que se transmite a través de él (incluyendo información personal, contraseñas).

Dispositivos

Existen varios dispositivos Wi-Fi, los cuales se pueden dividir en dos grupos: Dispositivos de Distribución o Red, entre los que destacan los Router, puntos de acceso y Repetidores; y Dispositivos Terminales que en general son las tarjetas receptoras para conectar a la computadora personal, ya sean internas (tarjetas PCI) o bien USB.



Fig. 20. Router WiFi.

Dispositivos de Distribución o Red:

Los puntos de acceso son dispositivos que generan un "set de servicio", que podría definirse como una "Red Wi-Fi" a la que se pueden conectar otros dispositivos. Los puntos de acceso permiten, en resumen, conectar dispositivos en forma inalámbrica a una red existente. Pueden agregarse más puntos de acceso a una red para generar redes de cobertura más amplia, o conectar antenas más grandes que amplifiquen la señal.

Los repetidores inalámbricos son equipos que se utilizan para extender la cobertura de una red inalámbrica, éstos se conectan a una red existente que tiene señal más débil y crean una señal limpia a la que se pueden conectar los equipos dentro de su alcance. Algunos de ellos funcionan también como punto de acceso.

Los Router inalámbricos son dispositivos compuestos, especialmente diseñados para redes pequeñas (hogar o pequeña oficina). Estos dispositivos incluyen, un Router (encargado de interconectar redes, por ejemplo, nuestra red del hogar con internet), un punto de acceso (explicado más arriba) y generalmente un switch que permite conectar algunos equipos vía cable (Ethernet y USB). Su tarea es tomar la conexión a internet, y brindar a través de ella acceso a todos los equipos que conectemos, sea por cable o en forma inalámbrica.

El wifi puede ser desactivado por un terminal del dispositivo.

Las tarjetas PCI para Wi-Fi se agregan (o vienen de fábrica) a los ordenadores de sobremesa.

Hoy en día están perdiendo terreno debido a las tarjetas USB. Dentro de este grupo también pueden agregarse las tarjetas MiniPCI que vienen integradas en casi cualquier computador portátil disponible hoy en el mercado.

Las tarjetas PCMCIA son un modelo que se utilizó mucho en los primeros ordenadores portátiles, aunque están cayendo en desuso, debido a la integración de tarjeta inalámbricas internas en estos ordenadores. La mayor parte de estas tarjetas solo son capaces de llegar hasta la tecnología B de Wi-Fi, no permitiendo por tanto disfrutar de una velocidad de transmisión demasiado elevada

Las tarjetas USB para Wi-Fi son el tipo de tarjeta más común que existe en las tiendas y más sencillo de conectar a un pc, ya sea de sobremesa o portátil, haciendo uso de todas las ventajas que tiene la tecnología USB. Hoy en día puede encontrarse incluso tarjetas USB con el estándar 802.11N (Wireless-N) que es el último estándar liberado para redes inalámbricas.

También existen impresoras, cámaras Web y otros periféricos que funcionan con la tecnología Wi-Fi, permitiendo un ahorro de mucho cableado en las instalaciones de redes y especialmente, gran movilidad.

Ventajas y desventajas

Las redes Wi-Fi poseen una serie de ventajas, entre las cuales podemos destacar:

Al ser redes inalámbricas, la comodidad que ofrecen es muy superior a las redes cableadas porque cualquiera que tenga acceso a la red puede conectarse desde distintos puntos dentro de un rango suficientemente amplio de espacio.

Una vez configuradas, las redes Wi-Fi permiten el acceso de múltiples ordenadores sin ningún problema ni gasto en infraestructura, ni gran cantidad de cables.

La Wi-Fi Alliance asegura que la compatibilidad entre dispositivos con la marca *Wi-Fi* es total, con lo que en cualquier parte del mundo podremos utilizar la tecnología Wi-Fi con una compatibilidad total.

Pero como red inalámbrica, la tecnología Wi-Fi presenta los problemas intrínsecos de cualquier

tecnología inalámbrica. Algunos de ellos son:

La desventaja fundamental de estas redes existe en el campo de la seguridad. Existen algunos programas capaces de capturar paquetes, trabajando con su tarjeta Wi-Fi en modo promiscuo, de forma que puedan calcular la contraseña de la red y de esta forma acceder a ella. Las claves de tipo WEP son relativamente *fáciles de conseguir* con este sistema.

La potencia de la conexión del Wi-Fi se verá afectada por los agente físicos que se encuentran a nuestro alrededor, tales como: arboles, paredes, arroyos, una montaña, etc. Dichos factores afectan la potencia de compartimiento de la conexión Wi-Fi con otros dispositivos.

Tecnología de comunicación inalámbrica

Xbee Shield



Fig. 21. Forma física del Xbee shield

Descripción

La Xbee shield permite a una placa Arduino comunicarse de forma inalámbrica usando Zigbee. El módulo puede comunicarse hasta 100ft (30 metros) en interior o 300ft (90 metros) al aire libre (en visión directa). Puede ser usado como reemplazo del puerto serie/usb o puedes ponerlo en modo de comandos y configurarlo para una variedad de opciones de redes broadcast o malladas. La shield tiene pistas desde cada pin del Xbee hasta un orificio de soldar. También provee conectores hembra para usar los pines digitales desde 2 hasta 7 y las entradas analógicas, las cuales están cubiertas por la shield (los pines digitales de 8 a 13 no están cubiertos por la placa, así que puedes usar los conectores de la placa directamente).

De forma simplificada los módulos XBee son dispositivos que integran un transmisor -receptor

de ZigBee y un procesador en un mismo módulo, lo que le permite a los usuarios desarrollar aplicaciones de manera rápida y sencilla. Zigbee es un protocolo de comunicaciones inalámbrico basado en el estándar de comunicaciones para redes inalámbricas IEEE_802.15.4. Creado por Zigbee Alliance, una organización, teóricamente sin ánimo de lucro, de más de 200 grandes empresas (destacan Mitsubishi, Honeywell, Philips, Motorola, Invensys). Muchas de ellas fabricantes de semiconductores. Zigbee permite que dispositivos electrónicos de bajo consumo puedan realizar sus comunicaciones inalámbricas. Es especialmente útil para redes de sensores en entornos industriales, médicos y, sobre todo, domóticos.

Componentes de la interfaz de control electrónica

Diodo



Fig. 22. Forma física de un diodo Rectificador



Fig. 23. Símbolo de electrónico

Descripción:

Un **diodo** es un componente electrónico de dos terminales que permite la circulación de la corriente eléctrica a través de él en un solo sentido. Este término generalmente se usa para referirse al diodo semiconductor, el más común en la actualidad; consta de una pieza de cristal semiconductor conectada a dos terminales eléctricos. El diodo de vacío (que actualmente ya no se usa, excepto para tecnologías de alta potencia) es un tubo de vacío con dos electrodos: una lámina como ánodo, y un cátodo.

De forma simplificada, la curva característica de un diodo (I-V) consta de dos regiones: por

debajo de cierta diferencia de potencial, se comporta como un circuito abierto (no conduce), y por encima de ella como un circuito cerrado con una resistencia eléctrica muy pequeña. Debido a este comportamiento, se les suele denominar rectificadores, ya que son dispositivos capaces de suprimir la parte negativa de cualquier señal, como paso inicial para convertir una corriente alterna en corriente continua. Su principio de funcionamiento está basado en los experimentos de Lee De Forest.

Transistor



Fig. 24. Forma física de un Transistor BJT

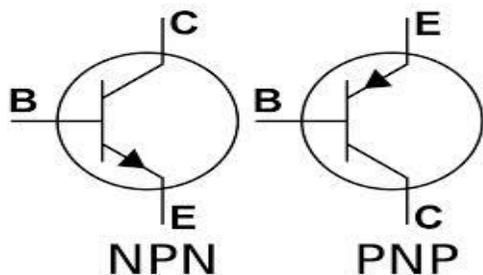


Fig. 25. Símbolo electrónico

Descripción

El transistor de unión bipolar (del inglés Bipolar Junction Transistor, o sus siglas BJT) es un dispositivo electrónico de estado sólido consistente en dos uniones PN muy cercanas entre sí, que permite controlar el paso de la corriente a través de sus terminales. La denominación de bipolar se debe a que la conducción tiene lugar gracias al desplazamiento de portadores de dos polaridades (huecos positivos y electrones negativos), y son de gran utilidad en gran número de aplicaciones; pero tienen ciertos inconvenientes, entre ellos su impedancia de entrada bastante baja.

Los transistores bipolares son los transistores más conocidos y se usan generalmente en

electrónica analógica aunque también en algunas aplicaciones de electrónica digital, como la tecnología TTL o BICMOS.

Un transistor de unión bipolar está formado por dos Uniones PN en un solo cristal semiconductor, separados por una región muy estrecha. De esta manera quedan formadas tres regiones:

Emisor, que se diferencia de las otras dos por estar fuertemente dopada, comportándose como un metal. Su nombre se debe a que esta terminal funciona como emisor de portadores de carga.

Base, la intermedia, muy estrecha, que separa el emisor del colector.

Colector, de extensión mucho mayor.

Opto-acoplador



Fig. 26. Forma Física de un Opto-acoplador

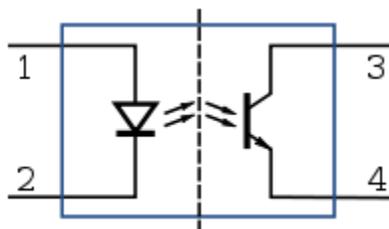


Fig. 27. Símbolo electrónico

Descripción

Un **opto-acoplador**, también llamado *optoaislador* o *aislador acoplado ópticamente*, es un dispositivo de emisión y recepción que funciona como un interruptor activado mediante la Luz emitida por un diodo LED que satura un componente opto-electrónico, normalmente en forma de fototransistor o fototriac. De este modo se combinan en un solo dispositivo semiconductor, un foto-emisor y un foto-receptor cuya conexión entre ambos es óptica. Estos elementos se encuentran dentro de un encapsulado que por lo general es del tipo DIP. Se suelen utilizar para

aislar eléctricamente a dispositivos muy sensibles.

Led



Fig. 28. Led (diodo emisor de luz)

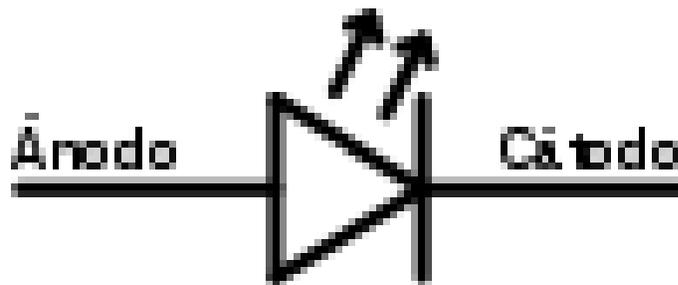


Fig. 29. Símbolo electrónico de un led

Descripción

Un led es un diodo emisor de luz, un componente opto-electrónico pasivo. Se usan como indicadores en muchos dispositivos y en iluminación. Los primeros led emitían luz roja de baja intensidad, pero los dispositivos actuales emiten luz de alto brillo en el espectro infrarrojo, visible y ultravioleta.

Relé electrónico



Fig. 30. Forma física de un relé electrónico

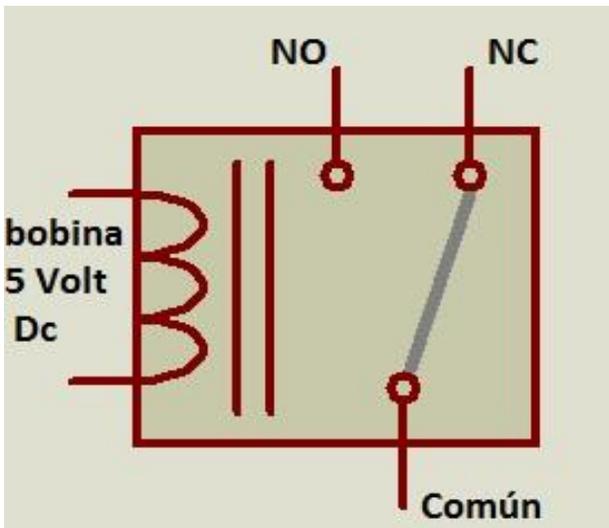


Fig. 31. Símbolo de relé

Descripción

El **relé** o **relevador** es un dispositivo electromecánico. Funciona como un interruptor controlado por un circuito electrónico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. Fue inventado por Joseph Henry en 1835.

Dado que el relé es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, puede considerarse, en un amplio sentido, como un amplificador eléctrico. Como tal se emplearon en telegrafía, haciendo la función de repetidores que generaban una nueva señal

con corriente procedente de pilas locales a partir de la señal débil recibida por la línea. Se les llamaba "relevadores

Electrónica de potencia

La expresión **electrónica de potencia** se utiliza para diferenciar el tipo de aplicación que se le da a dispositivos electrónicos, en este caso para transformar y controlar voltajes y corrientes de niveles significativos. Se diferencia así este tipo de aplicación de otras de la electrónica denominadas de baja potencia o también de corrientes débiles.

En este tipo de aplicación se reencuentran la electricidad y la electrónica, pues se utiliza el control que permiten los circuitos electrónicos para controlar la conducción (encendido y apagado) de semiconductores de potencia para el manejo de corrientes y voltajes en aplicaciones de potencia. Esto al conformar equipos denominados convertidores estáticos de potencia.

De esta manera, la electrónica de potencia permite adaptar y transformar la energía eléctrica para distintos fines tales como alimentar controladamente otros equipos, transformar la energía eléctrica de continua a alterna o viceversa, y controlar la velocidad y el funcionamiento de máquinas eléctricas, etc. mediante el empleo de dispositivos electrónicos, principalmente semiconductores. Esto incluye tanto aplicaciones en sistemas de control, sistemas de compensación de factor de potencia y/o de armónicos como para suministro eléctrico a consumos industriales o incluso la interconexión de sistemas eléctricos de potencia de distinta frecuencia.

El principal objetivo de esta disciplina es el manejo y transformación de la energía de una forma eficiente, por lo que se evitan utilizar elementos resistivos, potenciales generadores de pérdidas por efecto Joule. Los principales dispositivos utilizados por tanto son bobinas y condensadores, así como semiconductores trabajando en modo corte/saturación (on/off, encendido y apagado).

Contactor



Fig. 32. Contactor eléctrico

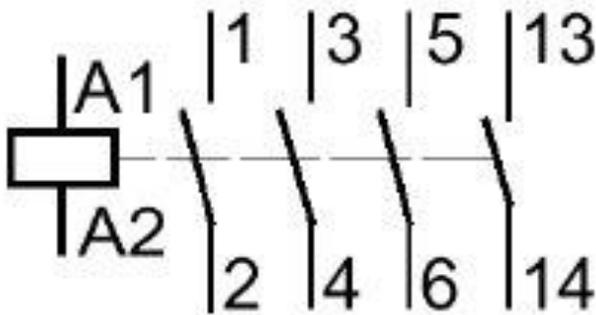


Fig. 33. Símbolo esquemático de un contactor eléctrico

Descripción

Un **contactor** es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se dé tensión a la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos). Con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada". En los esquemas eléctricos, su simbología se establece con las letras KM seguidas de un número de orden.

7. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Diseño del prototipo

El proyecto consiste en implementar un sistema electrónico para el registro administrativo y optimización de los recursos energéticos en el MEGATEC ZACATECOLUCA

Este informe ha sido desarrollado por estudiantes egresados de la carrera de Técnico Superior en Electrónica bajo la supervisión y coordinación del docente Lic. Manuel de Jesús Gámez López, encargado de la elaboración del sistema de control lógico y de establecer el enlace de la comunicación entre los distintos dispositivos que conforman el sistema, con el fin de brindar un documento base sobre un sistema electrónico para el registro administrativo y optimización de los recursos energéticos basado en tarjetas inteligentes.

Este informe da respuesta a preguntas frecuentemente hechas sobre el uso de las tarjetas inteligentes para accesos físico, tales como:

¿Cómo funciona el sistema electrónico para el registro administrativo y optimización de los recursos energéticos?

¿Qué papel juegan las tarjetas inteligentes en el sistema electrónico para el registro administrativo y optimización de los recursos energéticos?

¿Cuáles son los temas centrales que deben ser considerados?

Componentes del sistema de control

El sistema de control acceso estará compuesto de los siguientes componentes.

Una credencial de identificación (tarjeta inteligente)

Un lector de tarjeta inteligente

Panel de Control

Servidor de control de acceso

Software

Base de datos

La siguiente figura ilustra cómo estos componentes básicos están interconectados. Cada componente será descrito en las siguientes secciones.

Diagrama en bloque de sistema electrónico para el registro administrativo y optimización de los recursos energéticos

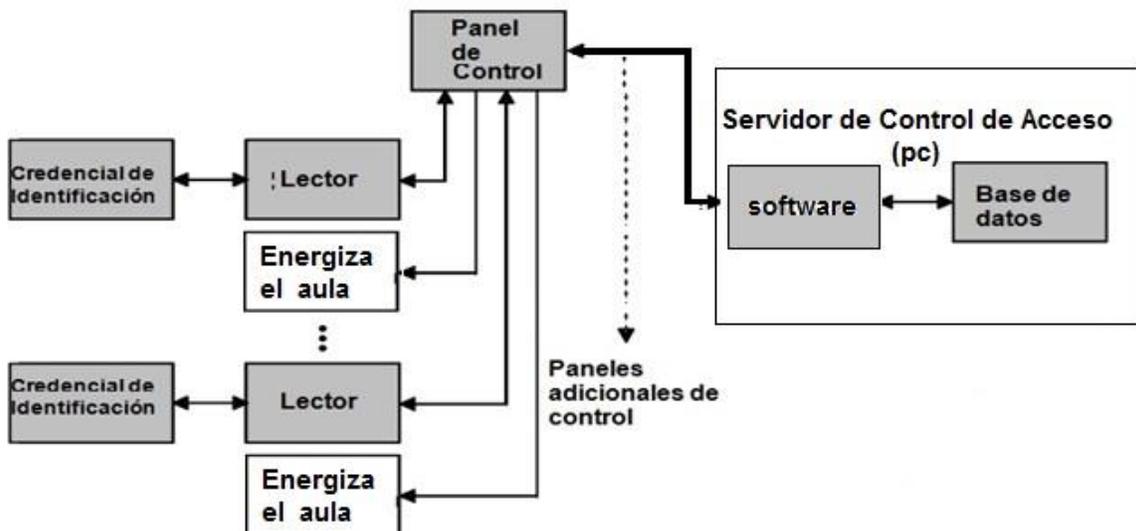


Fig. 34. Diagrama del sistema

Cada componente del sistema de control de acceso en este proceso se describe con mayor detalle a continuación.

Etapa 1: Credencial de Identificación

Una amplia gama de tecnología de identificación está actualmente siendo usado para control de acceso: cintas magnéticas, cintas Wiegand, Bariun Ferrite, tecnología de proximidad de 125KHz3, las tarjetas inteligentes de contacto y sin contacto. Esas tecnologías pueden ser empaquetadas en diferentes formatos, desde un llavero o una insignia del empleado hasta

formas más exóticas, como un reloj de pulso o un anillo. Sin embargo, todas las credenciales operan básicamente de la misma forma: ellos almacenan datos que autentican la credencial y/o el usuario.

La tecnología de tarjeta inteligente de contacto definido, por ISO/IEC 7816 y la tecnología de tarjeta inteligente sin contacto definido, por ISO/IEC14443eISO/IEC15693, tienen capacidad tanto para leer como escribir y almacenar datos. Las credenciales que usan estas tecnologías son dispositivos inteligentes. Ellos pueden almacenar privilegios, autorizaciones y registros de asistencia. Ellos pueden almacenar los PINs y los patrones biométricos, ofreciendo una capacidad de autenticación de dos o tres factores simultáneamente. La credencial ya no es solo un portador de un número único; pero pasa a ser también, un cargador seguro y portátil de datos.

Etapa 2: Panel de Control

El **panel de control** (frecuentemente conocido como el controlador o simplemente el panel) es el punto central de comunicaciones para el sistema de control de acceso. El panel de control típicamente supe energía y establece interfaces con múltiples lectores en diferentes puntos de acceso. El panel puede estar conectado a diferentes alarmas (por ejemplo, sirenas, digitalizadores automáticos, luces). Y finalmente, el panel de control generalmente está conectado a un servidor de control de acceso.

Dependiendo del diseño del sistema, el panel de control puede procesar datos del lector de tarjetas y del servidor de control de acceso y tomar la decisión última sobre autorización, o él puede pasar los datos al servidor de control de acceso para que él tome esa decisión. Típicamente, el panel de control toma la decisión de energizar toma corrientes, permitir el encendido de luminarias y aire acondicionado. Pasa los datos de esa transacción a la computadora base y envía una señal de desbloquear hacia el lector. Es importante que sea el panel de control (y no el lector) el que genere la señal de activar, ya que el panel de control está localizado dentro del establecimiento en un cuarto seguro.

Finalmente, el panel de control realiza almacenamiento de información sobre los formatos de datos. Esa información identifica que porción del flujo de datos recibidos de una tarjeta es usada para tomar decisiones de control de acceso. Tarjetas y lectores con diferentes tecnologías pueden intercambiar datos en diferentes formatos. Sin embargo, el panel de

control necesita saber cómo interpretar y procesar estos datos. Por ejemplo, si un lector envía 35 bits de data y el panel de control está diseñado para leer solamente 26 bits, el panel debe rechazar los datos o truncar 9 bits. El formato de los datos controla como el panel interpreta los datos recibidos

Figura que representa el diseño de toda la comunicación del Sistema

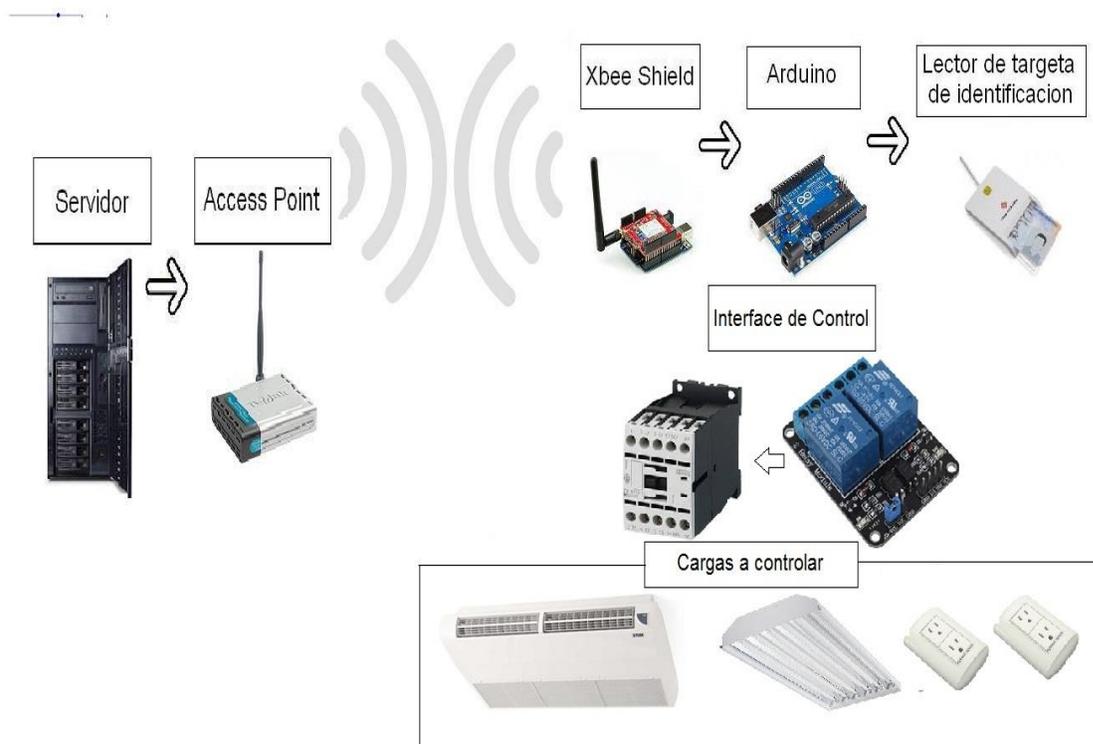


Fig. 35. Representación general del control lógico.

El sistema de control de carga eléctrica, utiliza el lector de tarjetas inteligente en conjunto con una placa con un microcontrolador llamada Arduino y una interface de control (relé) para determinar si se habilita o deshabilita el suministro de energía a las aulas en donde se instalará el sistema. Para ello se determinó utilizar, como actuadores del sistema, contactores encargados de interrumpir el suministro de energía eléctrica.

Dentro de la etapa eléctrica se tuvo que considerar la distancia y el medio de comunicación entre la central de control (plataforma Arduino y lector de tarjeta) y los actuadores (contactores).

Se plantearon dos propuestas:

Interrumpir con los contactores las líneas de alimentación en las propias aulas a partir de las cajas de registros que se encuentran en el cielo falso (luminarias y aire acondicionado) y en el piso (toma corrientes).

Interrumpir con los contactores las líneas de alimentación a partir del tablero eléctrico central desde donde parten los circuitos derivados de todas las aulas aledañas (dentro de las que están incluidas las aulas a trabajar dentro del proyecto).

Las aulas a considerar dentro del proyecto son:

Aulas D-201 y D-301; dentro de éstas aulas se encuentran las cargas a ser controladas.

Laboratorios D-202 y D-302; dentro de éstos laboratorios se encuentran los paneles eléctricos desde donde se tiene acceso a las protecciones termo-magnéticas de los circuitos derivados.

Se realizó un levantamiento de la instalación eléctrica de las aulas y de los tableros de control para poder determinar las canalizaciones que habría que intervenir para instalar el sistema de control del aula. Se identificaron los interruptores termo-magnéticos de los circuitos de toma corrientes, luminarias y aire acondicionado.

Los interruptores termo-magnéticos que controlan las cargas eléctricas a ser interrumpidas o intervenidas se detallan a continuación:

Laboratorio D-302:

Fotografía real de tablero central que controla las luminarias, tomacorrientes y aires acondicionados



Fig. 36. Tablero central

Espacios 7, 9 y 11 en tablero central, para toma corrientes y luminarias.

Espacio 2 en tablero de tomas UPS.

Caja de registro en cielo falso para aire acondicionado.

Laboratorio D-202:

Espacios 7, 8 y 9 en tablero central, para toma corrientes y luminarias.

Espacio 2 en tablero de tomas UPS.

Caja de registro en cielo falso para aire acondicionado.

Después de los resultados obtenidos del levantamiento de la instalación eléctrica del segundo y tercer nivel del edificio “D”, se concluyó que la mejor opción para intervenir las cargas eléctricas es la número 2 (interrumpir desde el tablero eléctrico). Las razones se listan a continuación:

Ubicación más centralizada del control eléctrico: se facilita la revisión de los actuadores en caso de fallas o averías, al tener el control eléctrico en una ubicación accesible para el personal de mantenimiento.

Fácil instalación: El control eléctrico se instala de forma más fácil desde una sola ubicación en contraparte a instalarlo desde cada caja de registro de cada carga eléctrica a ser controlada disminuyendo el trabajo significativamente.

Fácil Comunicación: El cableado de control encargado de comunicar los actuadores con la plataforma Arduino y el número de contactores a utilizar, se reduce también de forma significativa y se aprovecha la canalización para el cableado de control para distribuir la alimentación eléctrica directa para la plataforma Arduino y el lector de tarjetas inteligentes.

Figura que representa el diseño de la conexión eléctrica del proyecto

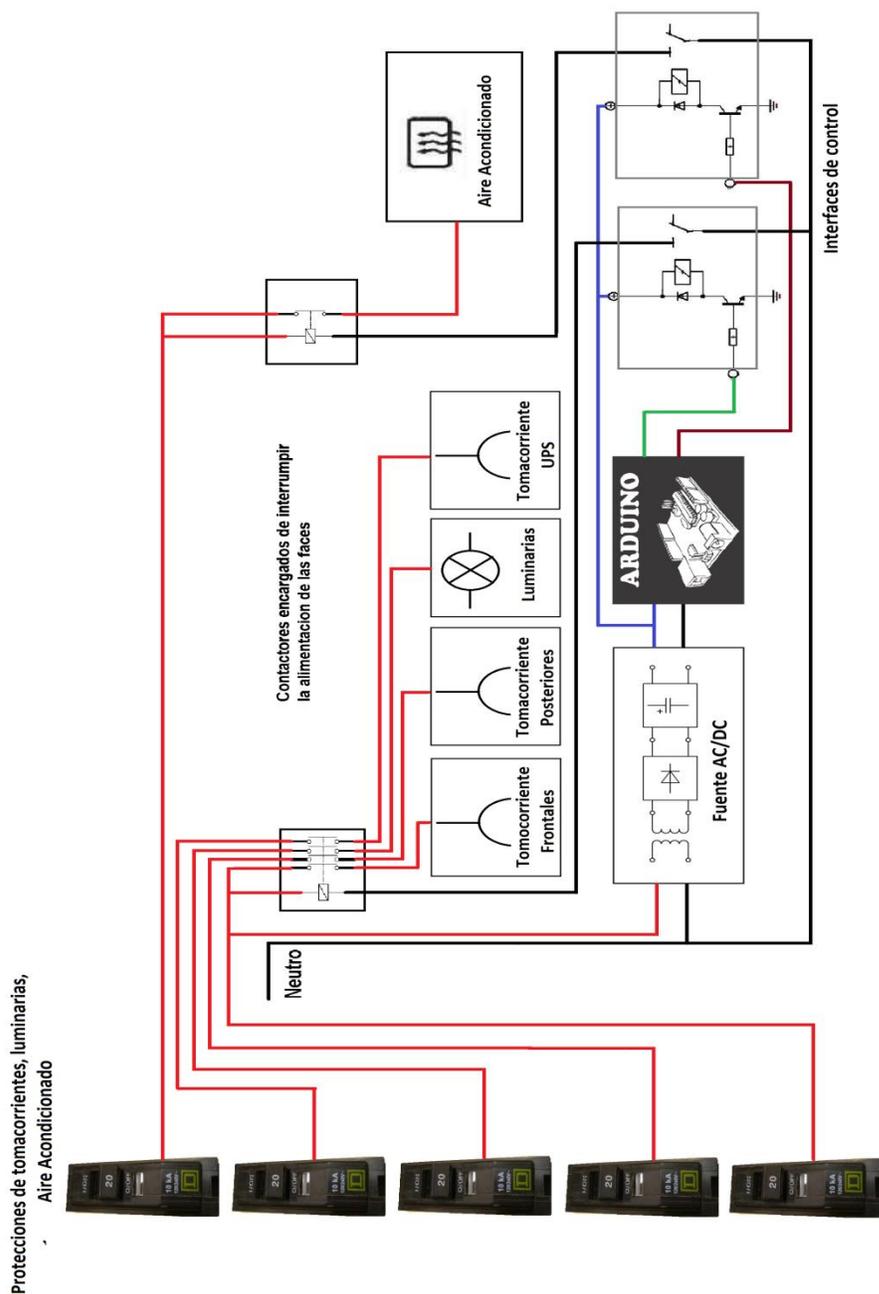


Fig. 37. Conexión eléctrica del proyecto.

Las siguientes fotografías son muestra de del trabajo realizado para identificar las protecciones y las líneas que alimentan las luminarias, toma corrientes y aire acondicionado y de eso se parte para diseño del diagrama eléctrico.

Fotografía real de donde está ubicada la protección del aire acondicionado



Fig. 38. Protecciones de aire acondicionado

Fotografía real de donde están ubicados los tableros de las protecciones



Fig. 39. Tableros de protecciones

Fotografía real de donde están ubicado el tablero que alimenta los tomas del so UPS



Fig. 40. Tablero de UPS

Tapa 3: Servidor de Control de Acceso

En términos informáticos se conoce como sistema de cabeza de red (también conocido como sistema de “backend”, o sistema huésped “Hostsystem”) incluye el servidor de control de acceso, el software y una base de datos. La base de datos contiene información actualizada sobre los derechos de acceso de los usuarios.

En un sistema centralizado, el servidor de control de acceso recibe los datos de la tarjeta del panel de control. El software correlaciona los datos de la tarjeta con los datos en la base de datos, determina los privilegios de acceso de la persona, e indica si la persona puede o no ser admitida. Por ejemplo, si una persona está autorizada a ingresar a un edificio solamente entre las 8:00 a.m. y 5:00 p.m. y son las 7:45 a.m., está persona no puede ser admitida. Sin embargo, si son las 8:01a.m., entonces la computadora debe responder al panel de control, indicando la decisión de energizar toma corrientes, permitir el encendido de luminarias y el del aire acondicionado.

La mayoría de los sistemas son descentralizados. En un sistema descentralizado, el servidor de control de acceso periódicamente envía información de control de acceso actualizada a los

paneles de control y les permite operar independientemente, tomando la decisión de autorización para las credenciales presentadas, basadas en los datos almacenados en el panel.

Las características operacionales en sistemas centralizados o descentralizados, son determinadas por los requerimientos específicos de implementación de control de acceso de la institución.

Existen dos Tipos de sistemas con los que el panel de Control valida y luego acepta los datos transmitidos por el lector

1- Sistema centralizado

En un sistema centralizado el panel de control transmite los datos al **servidor de control de acceso**. El servidor de control de acceso compara los datos recibidos de la tarjeta con la información sobre él.

Este informe utiliza el término “credencial” para referirse a la identificación general del dispositivo (tanto el dispositivo físico como los datos que él porta). Este es comúnmente referido como “la ficha de identificación” en el sistema de control de acceso físico.

El usuario que está almacenado en la base de datos. El programa de control de acceso determina los privilegios de acceso del usuario y su autorización, la hora, la fecha y la determinación de a que laboratorio o aula se está ingresando y cualquier otra información que la institución pueda requerir para asegurar su seguridad. Cuando se autoriza el acceso, el servidor de control de acceso envía una señal al panel de control para: Energizar Toma corrientes, permitir el encendido de luminarias y aire acondicionado y emite un sonido audible u otro tipo de señal que indica al usuario que puede entrar.

2-Sistema distribuido

En un sistema distribuido, el panel de control permite o niega la entrada. El servidor de control de acceso periódicamente provee datos al panel de control, que habilita al software del panel de control a determinar si el usuario está autorizado o no para tener acceso. El panel de control, entonces, realiza las funciones del servidor de control de acceso descrito arriba y toma la decisión de permitir o negar la entrada. El habilitar el panel de control para realizar la función de decisión, tiene la ventaja de requerir menor comunicación entre los paneles de

control y el servidor de control de acceso central, mejorando el desempeño y la confiabilidad del sistema como un todo.

Si una función biométrica o un PIN se incorpora al sistema, el lector típicamente autentica estos datos. La validez puede ser determinada por el lector o desde dentro de la misma tarjeta inteligente al comparar el dato con un patrón biométrico o un PIN almacenado en la tarjeta. (En algunos casos los datos biométricos pueden ser enviados al panel de control para su procesamiento). Si la información adicional es válida, el lector envía el número de identificación de la credencial al panel de control. Si la información no es válida, entonces el lector de la tarjeta indica que la entrada es negada.

La respuesta a una tarjeta inválida es definida por la política y procedimiento de seguridad de la institución. El servidor de control de acceso o panel de control pueden ignorar el dato y no enviar un código para energizar toma corrientes ni permitir el encendido de luminarias y aire acondicionado. Él puede enviar una señal para que el lector emita un sonido diferente, para indicar que el acceso fue negado. Él podría notificar y activar otro sistema de seguridad (por ejemplo circuito cerrado de alarmas), indicando que una tarjeta no autorizada está siendo presentada al sistema.

Características importantes de la operación del sistema

1-Radio de Acción Operacional

Una característica importante de la operación del sistema del control de acceso es la distancia del lector en la cual la credencial es efectiva (llamado radio de acción operacional). Esta característica puede afectar la percepción final del usuario sobre la conveniencia de utilizar el sistema. Para los sistemas que utilizan las tarjetas inteligentes de contacto, el radio de acción operacional no es un problema; ya que el contacto entre la tarjeta y el lector es físico (la tarjeta se debe de insertar dentro del lector).

El radio de acción operacional es determinado por múltiples factores, incluyendo, tanto las especificaciones del diseño del sistema como el ambiente en el cual el lector es colocado. Entre los factores que afectan el radio de acción operacional se incluyen la forma de la antena, número de vueltas de la antena, el material de la antena, los materiales que se encuentran a su alrededor, la orientación de la credencial en relación con el lector, los parámetros eléctricos del chip, características anti-colisión y la fuerza de campo del lector. El campo de acción

operacional puede ser incrementado reforzando la antena (por ejemplo, aumentando el número de espirales de la antena, el tamaño de la antena, o la energía transmitida por la antena).

La localización del lector puede afectar el campo de acción operacional de un lector sin contacto. Por ejemplo, la proximidad del lector al metal puede distorsionar el campo de recepción e inclusive bloquearlo de la tarjeta. Si el lector es montado sobre una sólida placa de metal, próximo a una puerta hecha totalmente de metal o puesto dentro de una cajilla de metal (para protegerlo de actos vandálicos), puede que tenga un campo de acción operacional muy corto.

El campo de acción operacional de la credencial de identidad, para muchas tecnologías sin contacto es una decisión crítica de diseño para un sistema de control de acceso físico. El campo de acción operacional adecuado será determinado como parte de la política de seguridad general de la organización de la arquitectura de seguridad y de sus requerimientos.

2-Consideraciones de Seguridad.

Para mitigar los riesgos contra accesos no autorizados o ataques deliberados, la seguridad de todo el sistema de control de acceso debe ser tomada en cuenta. Eso comienza con el proceso inicial de emisión de las tarjetas, incluye los componentes del sistema (tal como la red, la base de datos, software, cámaras, lectores, tarjetas) los procesos del sistema (por ejemplo los procedimientos para los guardias) y la protección de los datos dentro de los componentes del sistema y durante la transmisión. El diseño del sistema debe considerar qué características de seguridad son necesarias para ser implementadas, dado el ambiente del sistema y de la probabilidad real de un ataque.

3- Seguridad de la Tarjeta

Las tarjetas inteligentes pueden ayudar a detener la falsificación o impedir la manipulación, con una tarjeta de identificación y prevenir el uso de una tarjeta no autorizada. Las tarjetas inteligentes incluyen una variedad de capacidades de hardware y software que detectan y reaccionan ante intentos de manipulación y pueden contrarrestar posibles ataques, incluyendo: sensores de voltaje, frecuencia; luz y temperatura; filtros de reloj, memoria barajada (scrambled); fuentes constantes de energía, diseños del chip para resistir análisis por inspección visual, micro-sondeos o manipulación del chip.

Donde las tarjetas inteligentes se han de utilizar para verificación de identidad manual, hay que adicionar al cuerpo de la tarjeta inteligente características de seguridad tales como, fuentes únicas, color de tinta y arreglos multicolores, microimpresiones, tinta ultravioleta de alta calidad en la frente o en la parte de atrás de la tarjeta, imágenes fantasmas, (una fotografía secundaria del portador en una localización alternativa de la tarjeta) y hologramas de múltiples planos, incluyendo imágenes tridimensionales.

Cuando son adecuadamente diseñadas e implementadas, las tarjetas inteligentes son casi imposibles de falsificar o duplicar, y los datos en el chip no pueden ser modificados sin una autorización adecuada (por ejemplo, con palabras claves, con autenticación biométrica o con llaves de acceso criptográfico). En la medida que los sistemas de implementación tengan una política de seguridad efectiva e incorporen los servicios de seguridad necesarios, ofrecidos por las tarjetas inteligentes organizaciones y portadores de identidad pueden tener un alto grado de confianza en la integridad de la información de identidad y de su uso autorizado seguro

4- Protección de Datos.

Uno de los argumentos más fuertes para el uso de sistemas basados en tarjeta inteligentes para control de acceso físico, es su capacidad de usar mecanismos para mezclar datos (data Scrambling) o la criptografía para proteger la información, tanto en el chip como durante la transmisión. La seguridad y confiabilidad de la información requerida para la identificación de una persona y sus derechos y privilegios es clave para el éxito del sistema de control de acceso físico.

Las tarjetas inteligentes pueden respaldar algoritmos criptográficos simétricos, que aseguran una protección sustancial y tiempos de procesamiento excelentes. La criptografía de llave simétrica es ampliamente usada para control de acceso físico y utiliza la misma llave para la encriptación y la decrepitación, haciendo que sea extremadamente rápido y confiable. Cuando un sistema de control de acceso incluye acceso lógico y privilegios PKI y cuando el tiempo de procesamiento no es problema, los algoritmos criptográficos asimétricos pueden ser usados. Múltiples llaves pueden ser almacenadas en un chip único para atender las necesidades de seguridad para uso en múltiples aplicaciones, brindándole esta forma mayor seguridad para la creciente complejidad de los sistemas de hoy.

5- Autenticación de Tarjeta de datos

Un sistema de acceso físico seguro debe asegurarse de forma imparcial que tanto la tarjeta de identificación presentada al lector como los datos que el contiene son auténticos. En algunos casos es importante verificar que él es un auténtico también (como es determinado por la tarjeta) para prevenir terminales falsificadas que puedan extraer los datos.

Aparte del uso de un PIN y/o sistema biométrico para activar la tarjeta o autenticar la persona, las tarjetas inteligentes tienen la capacidad única de ofrecer una autenticación interna, basada en el chip que usa mecanismos criptográficos simétricos o asimétricos, para ofrecer soluciones altamente confiables para demostrar que la tarjeta y los datos son genuinos. Para una autenticación segura de la tarjeta, las tarjetas inteligentes tienen la capacidad única de usar técnicas criptográficas activas para responder a una señal del lector probando que la tarjeta posee una contraseña secreta que puede autenticar la validez de la tarjeta.

6- Comunicación entre Tarjetas y Lectores de Tarjetas

Como sucede con cualquier proceso que envuelve señales electrónicas, los datos transmitidos entre componentes también pueden ser monitoreados. Esta posibilidad debe ser considerada en el diseño de seguridad del sistema en términos del ambiente (por ejemplo, esta área está bajo observación o podría alguien físicamente insertar otro dispositivo o colocar un dispositivo de monitoreo dentro del radio de acción de la señal) y la probabilidad real de que tal ataque o esfuerzo se realice.

Dependiendo del ambiente y del perfil de riesgos, una organización puede estar preocupada de que la información enviada por una tarjeta de identificación de contacto o sin contacto hacia un lector de tarjeta pueda ser monitoreada, permitiendo que se efectúe una entrada ilegal, si una tarjeta o un dispositivo furtivo pudiese duplicar los datos. Las tarjetas inteligentes respaldan técnicas de encriptación y seguridad estandarizados establecidos al nivel de la industria; que aseguran tantas comunicaciones entre la tarjeta y el lector así como permiten métodos de autenticación entre la tarjeta y el lector.

Las claves de seguridad usadas tanto para encriptar como autenticar son guardadas en fichas seguras (módulos de tarjetas inteligentes) tanto en la tarjeta como en el lector y son altamente resistentes a los ataques.

7- Comunicación entre el Lector de Tarjeta y el Panel de Control

Cuando un lector de tarjetas está localizado en un punto de acceso que no tiene un sistema de cableado físicamente seguro, la institución puede estar preocupada de que un invasor pueda remover el lector de tarjeta de su montura y leer el flujo de datos que este envía al panel de control o colocar una computadora personal u otro dispositivo; en estos alambres y mimetizar la inserción de una tarjeta válida para ganar autorización de acceso. La mayoría de las tarjetas de los lectores de tarjetas actualmente transmiten datos al panel de control usando uno de dos formatos: Wiegand o cinta magnética. El formato Wiegand utiliza dos líneas de señales: D0, para transmitir “cero” pulso de datos; D1, para transmitir pulsos de un dato. El formato de cintas magnéticas utiliza dos líneas de señales – una para datos y otra para el reloj. Estas cintas de datos no son consideradas seguras.

El proveer un canal seguro desde la tarjeta hacia el lector y del lector hacia el panel de control, sobrelleva esta amenaza potencial a la seguridad. El proveer canales seguros se neutraliza la mayoría de las amenazas serias porque el lector y la tarjeta son los dos elementos que están expuestos y disponibles físicamente a alguien que desea atacar el sistema.

El canal de comunicación del lector hacia el panel de control puede ser asegurado de una forma similar a la que se usa para un canal seguro entre la tarjeta y el lector. Los datos intercambiados entre los dos dispositivos pueden ser encriptados para mayor seguridad. El lector y el panel pueden ser autenticados durante la transacción.

Debido a que la conexión entre el panel de control y el sistema de control de acceso es interna en un edificio o localizada en un cuarto seguro, normalmente no es tan susceptible a ser atacado. Sin embargo, si así se desea, esta conexión también puede ser asegurada usando las técnicas descritas en esta sección, de forma que todo el sistema tiene un canal de datos seguros de punta a punta. La figura dos ilustra un ejemplo de como un sistema de control de acceso físico basado en tarjetas inteligentes puede brindar una seguridad de punta a punta.

8. RESULTADOS

El proceso de investigación para la elaboración de un prototipo basado en tarjetas inteligentes, tecnología wifi - Xbee, Arduino, escudos para Arduino, red cableada, Router entre otros y que

permitirá un control seguro (privilegios de acceso) a los recursos físicos y lógicos, será de gran utilidad para la institución debido a que se contara con tecnología de punta que permitirá llevar un control detallado de la administración y uso de los recursos físicos (aire acondicionado, luminarias, toma corrientes entre otros que se desee incorporar posteriormente) en áreas que el sistema basado en tarjetas inteligentes controle (esto de acuerdo a políticas, normativas o simplemente prioridad de seguridad en un área determinada de la institución).

En base a la investigación realizada se descubrió que los Gobiernos, las corporaciones y las universidades están implementando el uso de las tarjetas de identificación inteligente y se ha llegado a concluir que pueden satisfacer sus necesidades para aplicaciones como un sistema electrónico para el registro administrativo y optimización de los recursos energéticos. Un sistema a base de tarjetas inteligentes brinda beneficios a través de una organización, mejorando la seguridad, la conveniencia del usuario, a la vez que reduce los costos generales de gestión y administración. La tecnología de tarjetas inteligentes brinda una plataforma flexible y costo-efectiva no solo para control de acceso físico sino también para nuevas aplicaciones y procesos que pueden beneficiar a la organización como un todo.

El sistema contara con un sistema lector de la tarjeta RFID-Reader donde el usuario (personal que labora en la institución) deslizará una tarjeta la cual previamente fue programada con un ID único para un determinado usuario, una vez el lector identifica el código toma su decisión en base a lo programado y entre las posibilidades se tendrá:

Por un lado y en el caso de ser una tarjeta inteligente con un ID válido el sistema le permitirá el acceso al aula y empezará a habilitar el aire acondicionado, los toma corrientes y luz, dentro de estos elementos pueden incluirse más pero que por motivos de prueba en este diseño (prototipo) se mencionan dos aulas que son las que el sistema controlará en un principio aunque no está demás aclarar que el sistema estará diseñado de una manera flexible a nuevas ideas o elementos que se deseen incorporar en este, además el sistema en tiempo real llevará un historial de uso de recursos físicos y del usuario que hizo uso de esos recursos, tiempo de uso entre otras, a través de una base de datos que incorporará el sistema en su diseño.

Por otra parte el sistema en el caso de detectar que la tarjeta inteligente desliza en su lector no contiene un ID válido el sistema mostrará o indicará de forma sonora audible y en pantalla LCD que es un ID inválido y por ende el sistema no habilitará el acceso y recursos físicos disponibles.

Por todo lo antes mencionado podemos decir y concluir que es un sistema el cual contribuirá a la institución en áreas donde se requiera de mayor seguridad de acceso y una administración más rigurosa de los recursos físicos y del personal o usuarios de dichas áreas.

Diseño de la comunicación de todo el Sistema

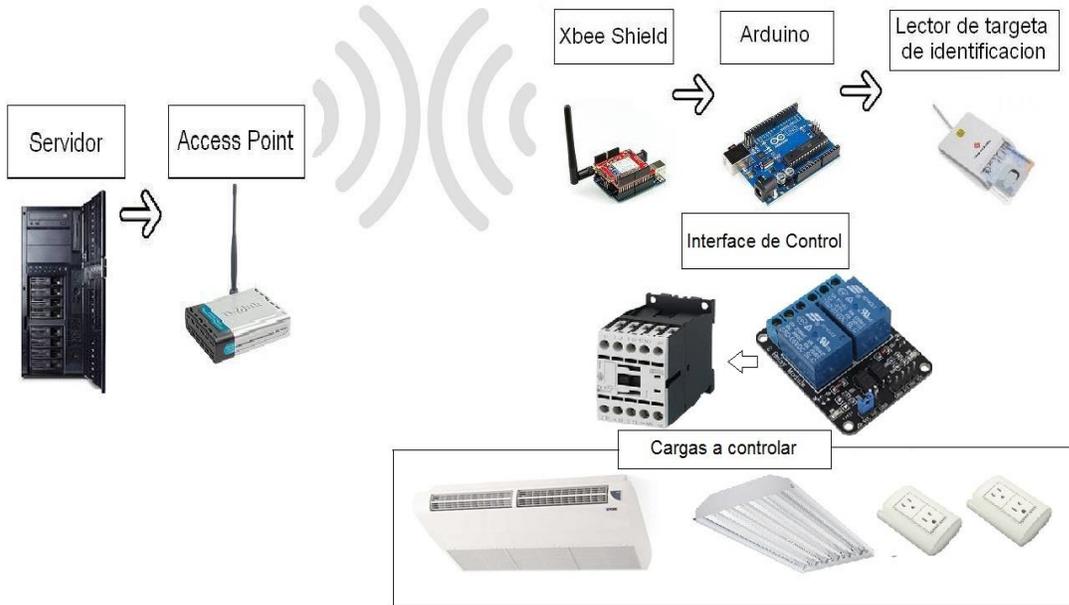
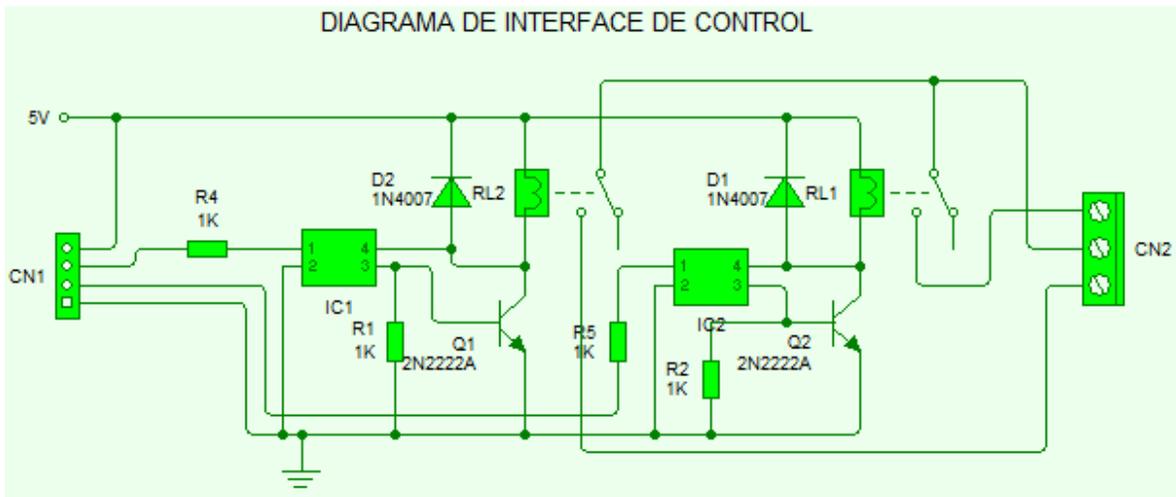
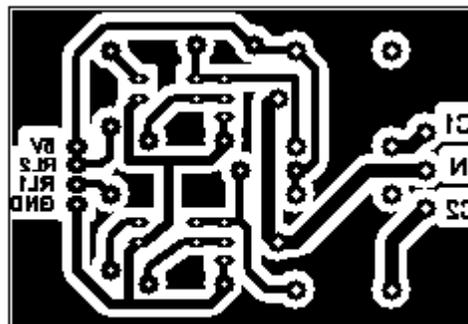


Diagrama diseñados para la etapa de control

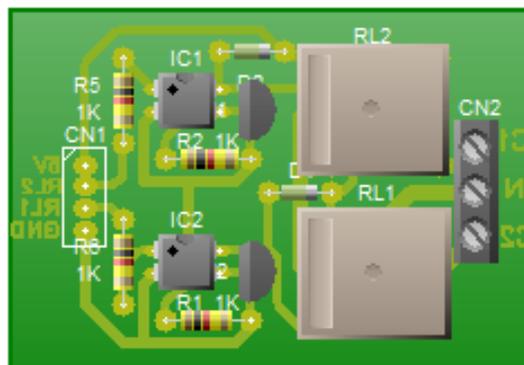


Se utiliza un transistor y un relé debido a que los pines de salida del microcontrolador (Arduino) en la mayoría de los casos estos pines solo son capaz de entregar entre 10 y 30 mA. Las exigencia de corrientes superiores pueden dañar el pin programado como salida, debido a esto se utilizan transistores para manejar corrientes mayores y se utiliza un relé para manejar corrientes mucho mayores a las que se puede manejar un transistor BJT además de proveer de aislamiento para manejar corriente alterna. En el diagrama se muestra un opto-acoplador conectado a un transistor NPN haciendo lo que se conoce como transistor darlington que permite que la bobina del relé se energise, se utiliza una optocoupla para aislar las corrientes del transistor y de la salida del microcontrolador para que este maneje un simple led que alimentara la base del transistor atreves de la optocoupla.

De manera simplificada funciona como un interruptor controlado por un circuito electrónico. Y ese circuito electrónico está compuesto por resistencias limitadoras de corriente una optocoupla un transistor un diodo que protege al transistor. El transistor se utiliza como switch electrónico en el que controla la bobina del relé y el electroimán interno se acciona, permitiendo abrir o cerrar los contactos siendo capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, en un amplio sentido, como un amplificador eléctrico.

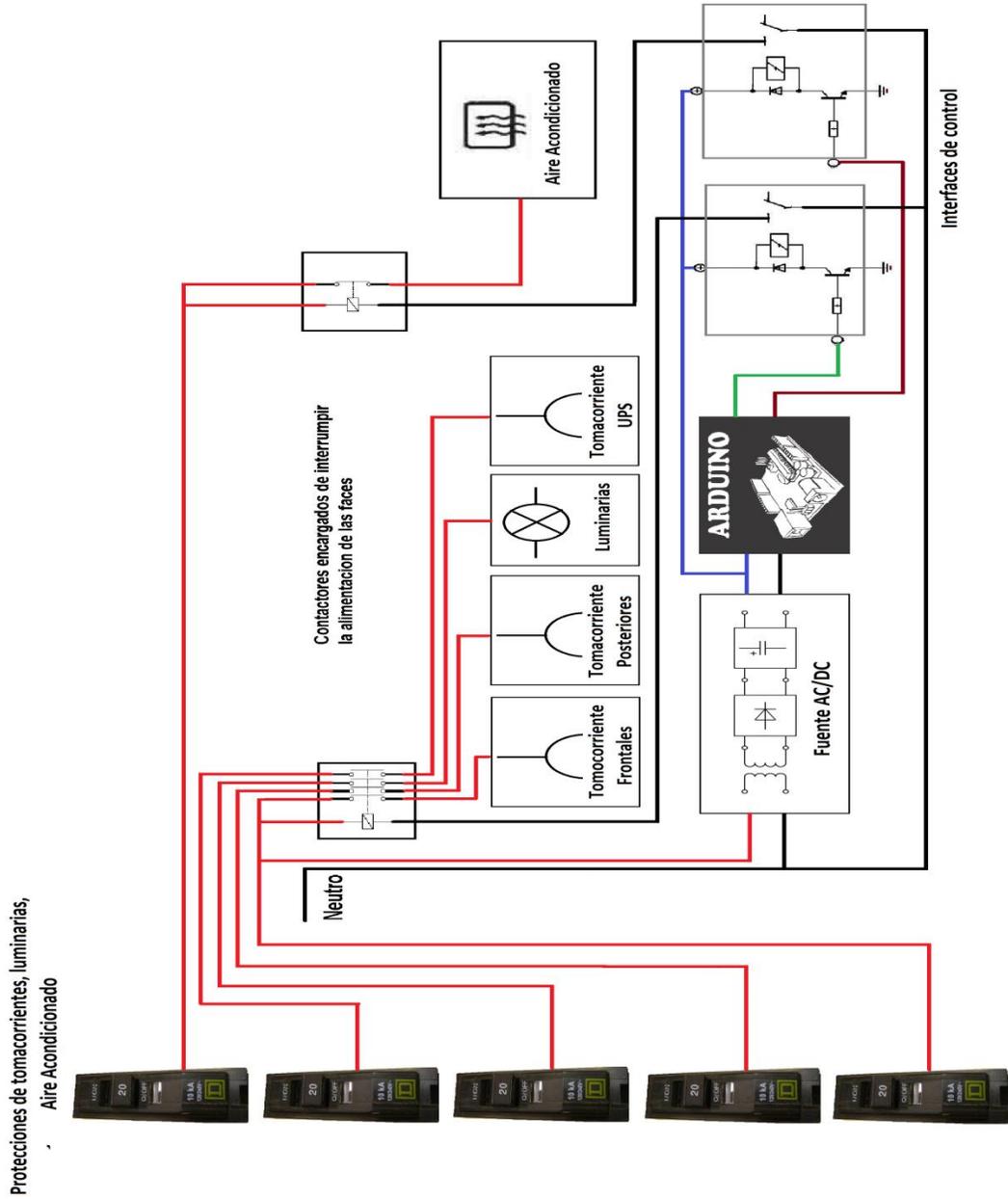


Pista de la interface electrónica (modo espejo)



Simulación de la vista real

Diseño de la conexión eléctrica del proyecto



9. CONCLUSIONES

Las tarjetas inteligentes están teniendo cada vez más aceptación como la credencial de preferencia para controlar el acceso físico con seguridad. Las tarjetas de identificación inteligentes basadas en estándares pueden ser usadas para fácilmente autenticar la identidad de una persona, determinar el nivel de acceso adecuado y admitir físicamente al portador de la tarjeta a un servicio, a un establecimiento y concebir que el lector de tarjeta que actué como un reloj que marca el tiempo de entrada y salida de los usuarios de la credencial (tarjeta inteligente). A través, del uso adecuado de tecnología de tarjetas inteligentes de contacto o sin contacto, en el diseño general de sistemas de acceso físico, los profesionales de seguridad pueden implementar las políticas de seguridad más altas posibles para cualquier situación. Y no solo en temas administrativos o de seguridad sino que también como un mecanismo que permita restringir adecuadamente el uso de recursos energéticos de la institución, optimizando el uso de aires acondicionados, equipos electrónicos e informáticos y luminarias en pasillos y aulas. De ésta manera se logra crear un sistema integral que contribuya al mejor manejo del recurso humano y a un ahorro energético significativo.

Más de una aplicación de acceso puede ser realizada en una tarjeta única de identificación inteligente, permitiendo a los usuarios tener acceso a recursos físicos y lógicos sin la necesidad de portar múltiples credenciales. La seguridad puede cambiar dinámicamente los derechos de acceso, dependiendo del nivel de amenaza percibido, la hora del día o cualquier otro parámetro que sea adecuado. La Tecnología de Informática. Puede registrar y actualizar privilegios desde una localización central. Recursos Humanos, puede procesar empleados que entran y que salen rápidamente, dando o retirando todos los derechos de acceso de una sola vez, en una sola transacción. Las tarjetas inteligentes no solo aseguran acceso a los recursos físicos o lógicos, como pueden almacenar datos sobre el portador de la tarjeta, pagar una cuota o tarifa, si fuese requerido, certificar transacciones y rastrear las actividades del portador de la identificación para propósitos de auditoria. Debido a que los componentes que respaldan el sistema pueden ser colocados en red, las bases de datos compartidas y la comunicación entre computadoras; permiten que áreas separadas funcionalmente dentro de una organización puedan intercambiar y coordinar información automáticamente e instantáneamente distribuir información veraz a través de una amplia área geográfica.

La tecnología de tarjetas inteligentes está basada en estándares maduros (de contacto y sin contacto). Las Tarjetas que cumplen con estos estándares son desarrolladas comercialmente y tienen una presencia establecida en el mercado. Múltiples vendedores son capaces de suplir los componentes basados en estándares, necesarios para implementar sistemas de acceso físico sin contacto, brindando a los compradores equipo interactivo y tecnología a un costo competitivo.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Tarjeta inteligente RFID

<http://es.wikipedia.org/wiki/RFID>

Informe de la Smart Card Alliance Latin América (SCALA)

http://www.smartcardalliance.org/latinamerica/translations/Secure_Physical_Access_Spanish.pdf

Universidad Autonoma de Madrid

Proyecto: Elaboración de lector de tarjetas Smart Card (diagramas & códigos)

<http://arantxa.ii.uam.es/~jms/pfcsteleco/lecturas/20130206JoseRubenIbanezSanchez.pdf>

Información sobre Smart Card

http://es.wikipedia.org/wiki/Tarjeta_inteligente

Tarjetas inteligentes

<http://www.monografias.com/trabajos10/tarin/tarin.shtml>

Lector y grabador de tarjetas RFID EBay

http://www.ebay.com/itm/ACR122U-smart-card-reader-NFC-RFID-escritor-USB-5-Mifare-Contactless-FeliCa-SDK-/321210024351?pt=LH_DefaultDomain_186&hash=item4ac99c019f

Lector y grabador de Smart Card de contacto

Contact Smart IC Chip Reader Writer 1

http://www.ebay.com/itm/Contact-Smart-IC-Chip-Reader-Writer-1-/290589220301?pt=LH_DefaultDomain_0&hash=item43a8779dcd

Información sobre conexión inalámbrica

<http://es.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi>

Información de Arduino

<http://es.wikipedia.org/wiki/Arduino>

Electrónica de potencia

http://es.wikipedia.org/wiki/Electr%C3%B3nica_de_potencia

Transistor BJT

http://es.wikipedia.org/wiki/Transistor_de_uni%C3%B3n_bipolar

Diodo Emisor de luz

<http://es.wikipedia.org/wiki/Led>

Diodo rectificador

<http://es.wikipedia.org/wiki/Diodo>

11. ANEXOS

Introducción de sistemas de identificación de acceso basado en una tarjeta de Identidad u otra credencial de identidad que incluya inteligencia integrada.	
<p>Visión General del Sistema de Control Acceso Físico</p>	<p>Para el usuario, un sistema de control de acceso está compuesto de 4 elementos:</p> <p>Una tarjeta o ficha (una credencial de identidad) que se presenta al lector de la puerta de acceso.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un lector de puerta de acceso que indica si la Tarjeta es válida y se autoriza la entrada. ✓ Una computadora y software que incorporan una funcionalidad robusta de seguridad (una base de datos. ✓ Un microcontrolador (placa Arduino). Ejecutará las instrucciones programadas
<p>Componentes del Sistema de Control Acceso</p>	<p>Un sistema de control acceso típico está compuesto de los siguientes componentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Una credencial de identificación (tarjeta inteligente). • Un lector de puerta de acceso (lector de tarjeta inteligente) • Panel de Control. • Servidor de control de acceso. • Software. • Base de Datos

<p>Tecnología de tarjetas inteligentes</p> 	<p>Está basada en estándares (de contacto y sin contacto). Están teniendo cada vez más Aceptación como la credencial de preferencia para controlar el acceso físico con seguridad.</p>
<p>¿Cómo funciona el sistema de control de acceso físico?</p>	<p>El sistema de control de acceso físico es una red coordinada de tarjetas de identificación, lectores electrónicos, bases de datos especializadas, software y computadoras diseñadas para monitorear y controlar el tráfico</p>
<p>¿Qué papel juegan las tarjetas inteligentes en un sistema de control de acceso físico?</p>	<p>Los sistemas de control de acceso físico basados en tarjetas inteligentes son una herramienta de seguridad poderosa, eficiente para proteger los bienes de una empresa o institución. Cada tarjeta almacena información</p>
<p>¿Cuáles son los temas centrales que deben ser considerados cuando se implementa un sistema de control de acceso físico en base a las tarjetas inteligentes?</p>	<p>Componentes a utilizar en el Sistema</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tecnologías de Tarjetas de identidad u otra credencial de identidad que incluya Inteligencia Integrada. • Comunicaciones Entre Tarjetas y Lectores de Tarjetas • Comunicaciones entre el Lector de Tarjeta y el • Panel de Control • Como funciona un Servidor de Control de Acceso • Proceso de Control de Acceso • Beneficios de las Tarjetas de Identificación Inteligentes • Encriptación de datos (En tarjetas Smart Card

<p style="text-align: center;">Xbee shield</p>  <p style="text-align: center;">XBee shield</p>	<p>El Xbee shield para Arduino permite comunicar tu Arduino de forma inalámbrica Usando ZigBee. Fue desarrollado in colaboración con Libelium. Esta documentación describe el uso del shield con los módulos Xbee 802.15.4. Para los módulos Xbee Net 2.5 ("Series 2") revisa esta guía de configuración.</p>
<p style="text-align: center;">Modulo Bluetooth</p>  <p style="text-align: center;">Modulo Bluetooth</p>	<p>Módulo bluetooth HC-06 (también funciona igual el módulo bluetooth GP-GC021) y su funcionamiento con Arduino. Dicho módulo trabajo mediante conexión serie con el Arduino, y se comunica con el exterior mediante bluetooth, ya sea a través de un teléfono móvil, computadora, Tablet, etc.</p>
<p>Microcontroladores</p>	<p>Es un computador construido dentro de un Dado de silicio que se encuentra encapsulado como circuito integrado. Por ello es que se conoce como un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria a través de un código de programa.</p>
<p>sistemas de control electrónicos</p>	<p>Son la parte del microcontrolador capaz de Soportar el conexionado físico de sensores y actuadores del sistema a gobernar o controlar y todos los recursos complementarios disponibles. Tiene como finalidad exclusiva atender los requerimientos de la tarea a la que se dedica el</p>
<p>sistemas de adquisiciones de datos</p>	<p>Básicamente el proceso consiste en tomar un conjunto de señales físicas.</p>

www.itca.edu.sv



UN FUTURO LLENO DE OPORTUNIDADES

Escuela Especializada
en Ingeniería

ITCA  **FEPADE**

SANTA TECLA • ZACATECOLUCA • SAN MIGUEL • SANTA ANA • LA UNIÓN



www.itca.edu.sv

Sede Central Santa Tecla

Km. 11 Carretera a Santa Tecla.

Tel. (503) 2132-7400

Fax. (503) 2132-7599

MEGATEC La Unión

C. Santa María, Col. Belén, atrás del
Instituto Nacional de La Unión.

Tel. (503) 2668-4700

MEGATEC Zacatecoluca

Km. 64 1/2, desvío Hacienda El Nilo, sobre autopista a
Zacatecoluca y Usulután. Tel. (503) 2334-0763, (503) 2334-
0768 Fax. (503) 2334-0462

Centro Regional San Miguel

Km. 140, Carretera a Santa Rosa de Lima.

Tel. (503) 2669-2292, (503) 2669-2299

Fax. (503) 2669-0961

Centro Regional Santa Ana

Final 10a. Av. Sur, Finca Procavia

Tel. (503) 2440-4348, (503) 2440-2007