



REPUBLICA DE CUBA
MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALÚRGICO DE
MOA
“DR. ANTONIO NUÑEZ JIMENEZ”
FACULTAD METALURGIA ELECTROMECHANICA
DEPARTAMENTO DE ELECTRICA

Trabajo de Diploma en opción al Título de Ingeniero Electricista

*Título: Eficiencia del Sistema de Iluminación de
CEPRONIQUEL y su integración con los Sistemas
Inteligentes.*

Autor: Orlay Martínez Proenza

Tutores: Msc. Gabriel Hernández Ramírez.

Ing. Frank Ma Pití.

Año 52 de la Revolución.
Moa-2010



Agradecimiento:

La gratitud es uno de los sentimientos más hermosos de la vida, por eso queremos corresponder de todo corazón a todas aquellas personas que posibilitaron de una forma u otra la realización y culminación de este trabajo de diploma, siendo así le estaremos eternamente agradecidos a:

Mis tutores Gabriel Hernández Ramírez y Frank Ma Pití por su dedicación y disposición para lograr los objetivos de este trabajo.



Dedicatoria:

Aprovecho esta oportunidad para dedicar mi Trabajo de Diploma de una forma muy especial, con todo mi corazón, cariño y amor:

- A mis padres, familia y en especial a mi madre Orquídea.
- A mis amigos que me apoyaron para seguir mis estudios.
- En general a todas aquellas personas que de una forma u otra hicieron posible que terminara mi trabajo de Diploma.
- A mis amistades cercanas, que aunque no las mencione, saben que tienen un lugar especial en mi corazón.



DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Diplomante: Orlay Martinez Proenza.

Tutores: M Sc. Gabriel Hernández Ramírez.

Ing. Frank Ma Pitî.

Yo, autor de este trabajo de diploma titulado: “Eficiencia del Sistema de Iluminación de CEPRONIQUEL y su integración con los sistemas inteligentes.

”, Certifico su propiedad intelectual a favor del **Instituto Superior Minero- Metalúrgico de Moa “Dr. Antonio Núñez Jiménez”**, el cual podrá hacer uso del mismo para fines docentes y educativos.

Firma del Diplomante

Firma del Tutor

Firma del Tutor

Pensamiento:



La eficiencia energética y el ahorro de energía, constituyen el eje central de esta primera etapa del nuevo paradigma energético cubano.

Fidel Castro Rúz



Resumen

El siguiente trabajo se realiza un análisis del Sistema de iluminación del Centro de Ingeniería y Proyectos del Níquel (Ceproníquel), se aborda varios temas en cuanto a usos y tipos de lámparas, ya que debe apoyarse en sus características generales para darle una excelente realización al estudio, en el ahorro energético en instalaciones de alumbrado, no pasa sólo por elegir los equipos adecuados a las necesidades, con elevados rendimientos, sino que además deberá estudiarse las necesidades y uso del local, para diseñar el sistema de control idóneo.

En el Capítulo I, se realizó un análisis en cuanto a usos, tipos y deficiencias de las lámparas, así como los diferentes métodos a utilizar a la hora de realizar los cálculos para la iluminación de un área determinada, interior.

En el capítulo II, se hizo énfasis en la determinación del problema existente y sus deficiencias, el cual nos exigió la realización de la presente tesis de grado.

En el capítulo III, se marcó de manera concreta la solución del problema con la variante más económica posible, así como recomendaciones a seguir para mantener los resultados obtenidos en la proyección de nuevo sistemas inteligente de iluminación, además asesorar a los especialistas proponiéndole procedimientos de actuación que conlleven al pretendido ahorro.



Summary

The following research work titled “ Analisis of the Lighting Systems “Center of Ingenerate and Projector of Níckel (Ceproníquel)” refers to the uses and types of lamps. Its own general characteristics will offer good results when finishing this scientific study. To save energy when using lighting facilities does not mean to choose the adequate equipment but to focus on the needs of the client and the local where these equipment will be installed, it means that some requirements are needed to designed adequate control of the system.

In Chapter I, an analysis of the lamps uses, types and technical deficiencies was done, it was also analyzed the different methods to be used when lighting an internal area.

In Chapter II, it was determined the current scientific problem and its deficiencies which resulted in this research paper.

In Chapter III, it was given and explain a solution to the problem using the most economical solution, it was also given some recommendations to follow when using new lighting systems. These recommendations will help specialists since it proposes procedures which lead to the energy saving. With the following premises.



Tabla de Contenido.

Summary	VI
Introducción	1
CAPITULO I.....	1
Marco Teórico – Metodológico de la Investigación.	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Estado del Arte.....	1
1.3. Base Teórica.	9
1.4. Conclusiones.....	12
CAPITULO II.....	13
Diagnóstico de los Sistemas Instalados	13
2.1. Introducción.....	13
2.2. Descripción de la Empresa de Proyectos del Níquel.....	13
2.3. Diagnóstico de los sistemas existentes.....	17
2.4. Simulación de los locales con bajo nivel de iluminación.	30
2.5. Conclusiones.....	36
CAPITULO III.....	37
Eficiencia Energética en el Sistema de Iluminación.....	37
3.1 Introducción.....	37
3.2 Propuesta para mejorar eficiencia energética en los Sistemas de Iluminación.....	37
3.3. Análisis económico.....	52
3.4 Conclusiones.....	56
Conclusiones	58
Recomendaciones	59
Bibliografía.....	60
Relación de Anexos.....	66



Introducción

La experiencia en muchos países es que existe un gran crecimiento de la demanda energética, que impone enormes presiones de costos a las compañías de servicios de energía para realizar inversiones adicionales en instalaciones de generación, transmisión y distribución de la energía, así como también considerables presiones ambientales. Adicionalmente, ante el rápido crecimiento de la demanda de energía, diversas organizaciones están implementando programas dirigidos a aumentar la eficiencia en el uso energético y buscando alternativas, limitando así el crecimiento en la demanda.

Mientras que en los países desarrollados el índice de intensidad energética, ó índice para la medición del consumo de energía, comienza a disminuir, en la mayoría de los países andinos sigue en aumento. Los países en desarrollo (principalmente EE.UU. Japón y Europa) a partir del año 1973 tomaron una serie de medidas en relación al ahorro energético, unas como medidas normativas obligatorias y otras medidas menos obligatorias.

La energía, al igual que otro recurso, puede gerenciarse. Entendiéndose por gerencia un concepto más amplio que el simple ahorro de energía, ya que involucra el uso correcto de la energía y permite su planificación.

El concepto de iluminación es el valor intrínseco de todo proyecto arquitectónico. La luz da vida a la obra y es, en cierta medida, el pincel al alcance del arquitecto. Estas ideas, que parecerían mera retórica, son una realidad que influye en el confort que se puede construir a partir de un adecuado manejo de la iluminación, y en el que uno de los retos principales ha sido igualar la calidad de la luz artificial con la natural.

Pero las consideraciones estéticas no han sido el único ni el principal motivo de las transformaciones en este campo. Lo son también las exigencias de calidad de los productos y materiales, y una apremiante necesidad de elevar la eficiencia en el uso de la energía eléctrica, un recurso natural no renovable, escaso, caro de producir y fuente de contaminación y deterioro ambiental. Desde siempre, y con mayor razón en la actualidad, lo ideal es que todo diseño arquitectónico favorezca el máximo aprovechamiento de la luz natural y adicione sistemas de iluminación eficientes, lo cual en buena medida depende del presupuesto disponible.

Lo barato sale caro. "En el campo de las edificaciones, la iluminación se instala casi al final de la obra, cuando los recursos del presupuesto están a punto de tocar fondo. Éste es un factor que ocasiona que, al momento de escoger el equipo y materiales, el criterio del precio prevalezca sobre el de calidad". Resolver de esa manera la instalación del sistema de iluminación sólo confirma, con el paso del tiempo, que lo barato sale caro. Ante la escasez de presupuesto, el constructor supera su problema inmediato y opta por productos de regular calidad y mediana eficiencia, aunque con el uso del inmueble se compruebe que la parte más cara de este servicio no es su costo de instalación, sino el consumo que genere.

Las nuevas tendencias. En los últimos años varios países están promoviendo medidas a favor del ahorro energético a base de sustituir las tradicionales bombillas incandescentes. El primer país que ha anunciado que prohibirá este tipo de lámparas ha sido Australia. Se deberán sustituir las bombillas incandescentes por las de bajo consumo, ya que en el 2010 se prohibirá su uso en todo el país. Pero no es el primer país que toma medidas similares. En el 2005 en Cuba que mantiene una posición de vanguardia en América Latina en el área de la iluminación, pues a pesar de que las nuevas tecnologías llegan con cierto retraso de países avanzados, es ejemplo en el desarrollo de programas para promover la iluminación eficiente, con la Revolución Energética promovida por nuestro Comandante en jefe Fidel Castro, un programa muy exitoso en materia de sustitución de bombillas incandescentes por lámparas fluorescentes compactas, en el sector residencial, se han tomado como modelo en naciones de Centro y Sudamérica. En Venezuela, entre los proyectos incluidos dentro de la Misión Revolución Energética, se encuentra la sustitución de bombillas incandescentes por lo que llaman "bombillos ahorradores".

En la aplicación de tecnología de punta en edificios nuevos, nuestro país está dando los primeros pasos; sin embargo, mantiene un rezago considerable en instalaciones viejas que se deben atacar a la brevedad. "En Estados Unidos, quizá por el tamaño de las empresas o de su mercado —mucho más grande que el europeo—, lo que se ha buscado es generar una eficiencia extraordinaria, con productos técnicamente muy buenos, pero a costa de sacrificar la función estética, que es un aspecto que normalmente no se cuida en ese país. "El concepto europeo procura otra combinación: hacer una luminaria no sólo funcionalmente adecuada sino estéticamente atractiva, eficiente. Desde el momento en que hay ingeniería detrás de ella. En



consecuencia, el valor adicional de la tendencia europea es considerar este equipo como un elemento arquitectónico que cumpla una función estética, aún a plena luz del día."

Debido al avance de la tecnología, en nuestro país se presenta la necesidad de desarrollar edificios bajo el concepto de 'edificios inteligentes', es decir, edificios en donde exista realmente una verdadera integración de las distintas tecnologías disponibles, para prestar así una amplia gama de servicios y ventajas. El concepto de 'edificio inteligente' es novedoso tanto en Cuba como en el mundo entero, y ha empezado a desarrollarse mundialmente de una forma bastante dinámica, e inclusive recientemente se ha notado cierto interés en su estandarización.

Un edificio inteligente es aquel que proporciona a su ocupante (usuarios y administradores) un ambiente de trabajo productivo y costo eficiente a través de la óptima interrelación de 4 elementos básicos. Estructura, sistema, servicios y administración de recursos, que por lo tanto debe ofrecer como mínimo a sus usuarios.

Evaluando estas consideraciones nuestra investigación partió del siguiente problema.

Problema

La ineficiencia en el uso de la energía eléctrica al no tener el sistema de iluminación controles inteligentes.

Hipótesis

Mediante el uso de sistemas inteligentes es posible realizar mejoras de eficiencia energética y en especial de la iluminación.

Campo de acción

Sistemas inteligentes.

Objeto de estudio

El Centro de Ingeniería y Proyectos del Níquel (Ceproníquel).



Objetivo General

Mejorar la eficiencia del uso de la energía eléctrica a través de sistema de iluminación Inteligente.

Objetivos Específicos

1. Determinar los fundamentos teórico-metodológicos de la investigación.
2. Caracterizar el estado actual de los sistemas instalado en el edificio.
3. Proponer sistemas de control de iluminación inteligente para la eficiencia del uso de la energía eléctrica.

Tareas

- Búsqueda y actualización bibliográfica.
- Toma de datos sobre el gasto de los diferentes portadores energéticos de la empresa.
- Comprobar los niveles de Iluminación en los diferentes departamentos de la empresa comparándolos con los valores de la norma NC ISO 8995/CIES 008/2003.
- Propuesta y recomendaciones de sistemas de control inteligentes para la disminución del consumo de energía eléctrica.

En la industria existe el interés en abatir costos de operación y en buscar un sistema eficiente de iluminación y de todo lo que implique optimizar recursos. El sector público también se ha distinguido por el ahorro energético e incluso actualmente se debaten intentos de innovación importantes. "El alumbrado público de las calles, que suele tener un color amarillo, ha probado ser un sistema eficiente desde el punto de vista de lúmenes por Watts; sin embargo, hoy en día el tema de análisis es un cambio en la tonalidad de la luz. Se ha experimentado con luz blanca, tonalidad que en Europa se usa con frecuencia en áreas peatonales, comercios y zonas en las que la gente busca cierto confort. Otros avances en el uso eficiente de energía y que dan lugar a sistemas de control integral:



- Los sensores de presencia por movimiento o calor. El primero conecta los sistemas de iluminación cuando detecta movimiento, y el infrarrojo cuando detecta calor prende o apaga la luz. Esta tecnología suele instalarse en los baños o zonas de paso. Por su costo, es más usual en el sector comercial y oficinas.
- Otra tecnología se relaciona con los relojes. Se trata de sistemas a base de circuitos que apagan y prenden las luces de acuerdo con horarios establecidos.
- Están también los *daylighting*. Son controles que, dependiendo de la cantidad de luz natural que registran, prenden o apagan el suministro de energía eléctrica; se aplican principalmente en las zonas periféricas de los edificios o naves industriales.
- Iluminación por fibra óptica.

Cada uno de estos avances puede integrarse a sistemas con otros usos complementarios, como el suministro eficiente de agua, controles de seguridad y protección contra el fuego, que dan lugar al concepto del edificio inteligente, mediante una computadora se puede lograr un control integral de diversos servicios, incluido el de iluminación, que logra combinar tecnologías dependiendo de la actividad que desarrolle en cada área y, de ese modo, controlar horarios, así como sensibilidad en los equipos, detectar presencia, y regular el uso de la energía eléctrica en función de la penetración de la luz exterior.

CAPITULO I

Marco Teórico – Metodológico de la Investigación.

Introducción.

Estado del Arte.

Base Teórica.

Conclusiones.

1.1. Introducción

El objetivo de este capítulo es desarrollar el basamento teórico que se pretende exponer en el presente trabajo, a partir del planteamiento del problema existente, el cual mostrará la necesidad de la realización de dicho estudio y la perspectiva de los resultados para la futura aplicación de los mismos, pues se nos hace necesaria la búsqueda de nuevas variantes que contribuyan al mejoramiento de los sistemas de iluminación con el objetivo de elevar los índices de eficiencia de los mismos.

1.2. Estado del Arte.

La eficiencia energética involucra, entre otros, dos conceptos importantes: la tecnología de toda una gama de luminarias y el desarrollo de mejores reflectores ópticos, difusores y demás materiales con los que se busca elevar la calidad en la iluminación. "En Cuba hay un desconocimiento de las últimas tecnologías. Las innovaciones que se generaban en otros países, básicamente Estados Unidos y Europa, tardaban un tiempo relativamente largo en llegar aquí. Por ejemplo, la lámpara fluorescente de 32 Watts es un producto casi nuevo que hace dos o tres años empezó a conocerse con mayor interés, mientras que en Europa es un

concepto con 15 y 20 años de manejarse". En materia de iluminación residencial, la tendencia es sustituir el tradicional bombillo incandescente, pues se ha comprobado que la mayor parte de energía la emplea para su transformación en calor y no en la iluminación. La tecnología en boga es la lámpara fluorescente compacta que, con tres cuartas partes de menos potencia, alcanza los mismos niveles de iluminación que produce el foco incandescente. La diferencia fundamental estriba en que este sistema requiere de un balastro que funciona como un encendedor y que, dependiendo de sus características, eleva su precio. Además del balastro magnético, se ha desarrollado el electrónico, que es más eficiente porque pierde menos calor e incorpora otras funciones que antes no eran posibles en el sistema de lámparas fluorescentes, como regular la cantidad o intensidad de la luz. En los sectores de comercio, servicios e industria, los esfuerzos de conversión tecnológica se han encaminado al adelgazamiento de las lámparas fluorescentes, que es el sistema de iluminación predominante. Existe ya en marcha una estrategia, para reemplazar las lámparas conocidas como T-12 —12 mm de diámetro—, por unas más delgadas, las T-8. Adicionalmente, las luminarias en donde se colocan las lámparas han experimentado mejoras que repercuten en un uso más eficiente de la luz. La importancia de este sistema estriba no sólo en la luz que refleja la lámpara, sino en la que rebota del reflector; por eso, si se tiene un diámetro menor, la capacidad de reflexión aumenta.

Pues bien, este condicionante a la innovación en el sector puede ser muy diferente en el siglo XXI. La enorme evolución que ha experimentado el LED de alta potencia en los últimos 5 años es una pequeña pero muy intensa fuente de luz en el horizonte para los fabricantes de luminarias. Una luz que representa una esperanza de independencia frente a los grandes fabricantes de lámparas, ofreciendo una infinidad de posibilidades de creación de productos, aplicaciones y servicios.

El LED supone un cambio radical en la concepción del producto: en sus características técnicas, en los modos de fabricación, en su estética, en la forma de ofrecer una solución de iluminación al cliente y el impulso inicial necesario para desarrollar la luminaria ConceptLED que aquí presentamos. ConceptLED explota al máximo las posibilidades de diseño que el LED nos ofrece. "Dispersión concentrada de la fuente de luz".



Por un lado “dispersión”, puesto que pasamos de un foco de luz muy intenso y localizado con las lámparas convencionales, a una serie de fuentes de luz distribuidas a lo largo de determinada superficie. Por otro lado “concentrada” pues la emisión de la luz para cada fuente se produce en un área realmente pequeña. La dispersión nos permite innovar en diseño estético y conceptual y posibilita la creación de nuevas aplicaciones.

La concentración hace posible un control sobre la luz inalcanzable con las lámparas convencionales, lo que representa eficiencia energética. ConceptLED supone un esfuerzo en investigación aplicada, convencidos de las posibilidades reales de los LEDS en iluminación. Es el resultado de una forma de trabajo donde los planteamientos técnicos y funcionales corren paralelos bajo un lema común: “la coherencia”. La luminaria de alumbrado exterior contiene 80 leds de alta potencia de luz blanca, con una capacidad de iluminación con leds inédita hasta el momento. El cuidado sistema óptico produce un rendimiento luminoso de la instalación que duplica los valores alcanzables con la configuración de reflector+lámpara convencional en una instalación vial tipo. Un cuidado sistema disipador de calor garantiza una temperatura de funcionamiento de los leds que reduce el coste de mantenimiento de la luminaria en un factor 10, comparado con el de una luminaria equivalente con lámpara de descarga de luz blanca. ConceptLED es el primer desarrollo del grupo INDAL para introducir en la calle la tecnología que representará la innovación en iluminación durante el siglo XXI.

Conceptualización:

Edificios inteligentes

Para considerar el concepto de 'edificio inteligente' primero es necesario definir lo que se entiende por edificio e inteligencia, y analizar si la realidad del concepto es posible y deseable. Aunque muchas definiciones pueden encontrarse, las siguientes satisfacen nuestros propósitos [ATKIN, Brian (1988), pp 42-43]:

'... edificio es un sistema de materiales físicos y componentes que convierten un ambiente en una forma de espacio... es un proceso de ciclos de actividades asociados con un ambiente particular desde su concepción hasta su demolición' (Martín, 1971)

'...edificio es un conjunto de sistemas conceptuales de orden que pueden ser percibidos a través de la organización espacial, organización funcional, sistemas de circulación, y contexto, que son reforzados por sistemas físicos de construcción que van desde la estructura a los servicios' (Ching, 1975)

'.. Inteligencia es una adaptación motora-sensorial... en un organismo permite la vida la cual es una creación continua de formas complejas y un progresivo balance de estas formas con el ambiente' (Piaget, 1977)

Como resultado de combinar estas definiciones, puede observarse que para que un edificio sea considerado inteligente, debe ser capaz de responder a cambios por si mismo. Entonces es necesario considerar si esta 'inteligencia' se aplica en partes del edificio, en una combinación de partes del edificio, o en todo el edificio como un sistema global. De acuerdo a los gerentes de servicios de los edificios, la definición más aceptada de 'edificio inteligente' es: **'aquel que controla totalmente su propio ambiente'** (Stubbings, 1986). En dicha definición se hace énfasis en el sistema del edificio que realiza control sobre el sistema de calefacción, aire acondicionado, ventilación, iluminación, seguridad, protección contra incendio, ascensores, telecomunicaciones, servicios de datos, y demás actividades similares del edificio. Otros piensan que el adjetivo 'inteligente' hace referencia simplemente al alto grado de automatización hecho posible por la integración de todos los sistemas existentes [IEEE Communications Magazine (1991), pp. 10].

Por lo tanto, puede afirmarse que un edificio altamente cableado o automatizado puede no ser considerado como 'edificio inteligente', a menos que dichas facilidades colaboren para crear un ambiente que incentive la creatividad, productividad, y el intercambio de información, así como también la buena salud mental y física de los ocupantes. Tampoco es un 'edificio inteligente' aquel con diseño ergonómico, pero con ausencia de sistemas de telecomunicaciones y computación, tan necesarios hoy en día. Y tampoco una arquitectura brillante es suficiente para realizar un 'edificio inteligente'. Un edificio con diseño ergonómico, provisto de sistemas de computación y telecomunicaciones, no es realmente un 'edificio inteligente' a menos que el sistema ofrezca las facilidades y servicios necesarios para alcanzar los conceptos anteriormente mencionados.

El 'Instituto de Edificios Inteligentes' (IBI), localizado en Washington DC - USA., define como

'edificio inteligente' aquel que proporciona un ambiente productivo y costo eficiente a través de la optimización de sus elementos básicos, y se adapta eficientemente a los cambios de su ambiente para proporcionar a sus habitantes: al máximo confort, seguridad, uso óptimo de los recursos comunes, y economía en operación y mantenimiento. Los elementos básicos están conformados por estructura, sistemas, servicios y gerencia, así como su interrelación.

Un reporte de la industria de construcción japonesa identifica tres atributos necesarios para un 'edificio inteligente': deben 'conocer' lo que está ocurriendo en su interior y en su exterior inmediato; deben 'decidir' la forma más eficiente de proveer un ambiente conveniente, confortable y productivo para sus ocupantes; y deben 'responder' adecuadamente a los requisitos de los ocupantes [ATKIN, Brian (1988), pp 1].

Considerando dicha integración, los 'edificios inteligentes' tienen más en común con proyectos de ingeniería de vanguardia que aquellos de construcción tradicional, ya que requieren diversas etapas y un entendimiento amplio de la tecnología.

La concepción y desarrollo de un 'edificio inteligente' debe ser una tarea multidisciplinaria, que involucra áreas diversas como: ingeniería eléctrica, sistemas digitales, telecomunicaciones, electrónica, control, redes de computadoras, arquitectura, ingeniería civil, ingeniería mecánica, diseño interior, diseño de equipos y mobiliario, tecnologías de cableado, automatización de oficinas, factores humanos y ergonómicos, estudios ecológicos y ambientales.

El 'sistema de edificio inteligente' (IBS) debe abarcar la integración de un amplio número de servicios y sistemas, los cuales en términos generales son: sistemas de control y gerencia de energía (EMS); sistema de monitoreo de temperatura (TMS); sistema de control de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC); sistema de monitoreo y control de iluminación; sistema de control de acceso; sistema de emergencia, seguridad y alarma; sistema contra incendio; sistema de computación, redes de área local (LANS); sistema de telecomunicaciones (incluyendo ISDN, Internet, Intranet); automatización de oficinas (OA); sistema de gerencia de información (MIS); sistemas expertos; sistema de suministro de energía, usualmente garantizando energía ininterrumpida (UPS); sistemas de cableado eléctrico; sistemas de cableado de telecomunicaciones; y sistemas de mantenimiento.

Un 'edificio inteligente' debe poseer una infraestructura básica de cableado que permita la instalación de los diferentes sistemas requeridos por **el usuario**, así como plataformas para los

diversos servicios y facilidades. Para obtener una solución total integrada, podemos dividir todos los sistemas presentes en la edificación en: sistema de voz; sistema de datos; sistema de control de energía; sistema de seguridad; sistema contra incendios; y sistema de control de procesos (ver Fig. 1.1)

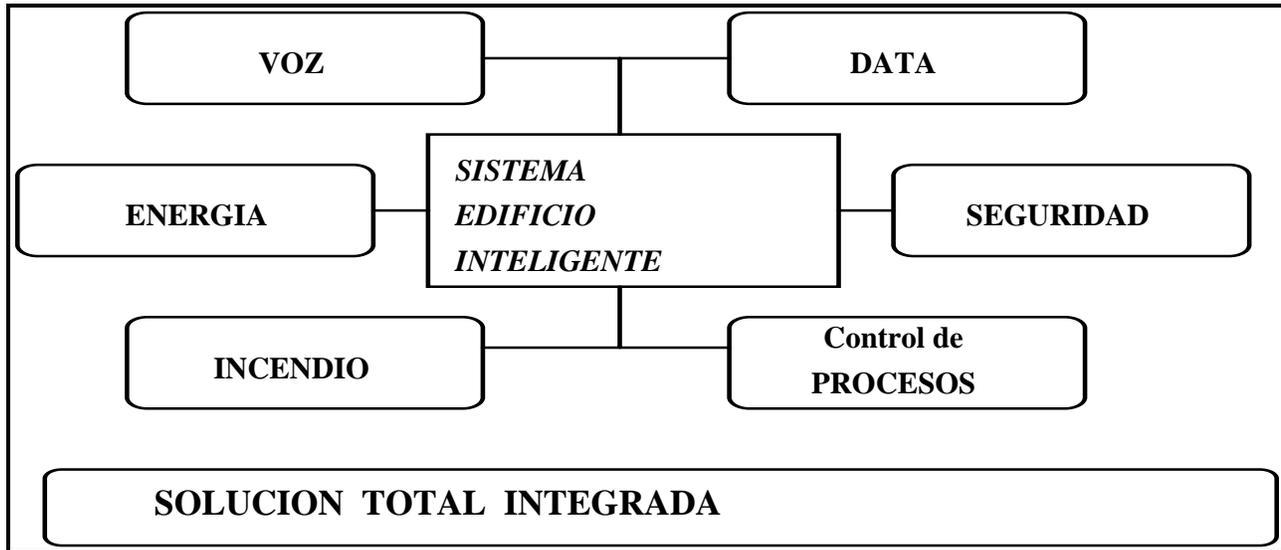


Figura. 1.1 Integración de Sistema en los Edificio.

Edificios Inteligentes: Integración

Por integración debe entenderse que los componentes del sistema son compartidos, así como los sub.-sistemas individuales pueden compartir una base de datos para que sus características operativas dependan del comportamiento de los otros. Por ejemplo: un sistema inteligente de detección de incendio puede ser integrado a un sistema de gerencia de energía, y las señales recibidas de los detectores podrían ser comparadas con la de sensores de temperatura, evitando así falsas alarmas; ó ser integrado a un sistema de control de aire acondicionado y ventilación, y las señales de alarmas podrían ser complementadas mediante presurización (positiva ó negativa) de áreas para disminuir el peligro de propagación del incendio.

El término 'inteligencia' presenta dos tareas funcionalmente independientes: integración de controles ambientales del edificio; y distribución de voz, data, video, y comunicaciones de todo tipo mediante la nueva tecnología de información.

Por lo tanto, los sistemas de un edificio pueden dividirse en dos categorías principales: los primeros relacionados con actividades de primera línea, es decir, teléfonos, fax, telex,



computadores y transmisión de datos (voz y datos); dependientes del tipo de actividad de la organización. Los segundos se relacionan con actividades de fondo, como gerencia de incendio, seguridad y energía; estos servicios trabajan invisibles a los usuarios, sin que se permita retardo para la ejecución de acciones en caso de alarmas.

Los servicios de fondo tienen un aspecto en común, la necesidad de respuesta humana inmediata, y además son monitoreados por humanos. Por lo que es lógico considerar la integración de estos servicios a un nivel que permita mensajes de alarmas en equipos.

¿Por qué no integrar totalmente también los servicios de primera línea?. La respuesta es sencilla: estos servicios deben ser más costo-efectivos y no existen edificios con los mismos requisitos. En la práctica las necesidades de cada edificio difieren, por lo que sería complejo y costoso integrar totalmente todos los sistemas.

Sin embargo, es lógico integrar los sistemas contra incendio, seguridad y gerencia de energía, ya que estos se benefician de bases de datos comunes y en muchos casos de tecnologías comunes. Un beneficio adicional de la integración es la reducción de cableado. Compartiendo el cableado del sistema de telecomunicaciones, y mediante el uso de inteligencia distribuida, el número de señales puede ser disminuido.

Edificios inteligentes y Gestión energética

Un escenario de 'edificio inteligente' podría imaginarse como un ambiente confortable, donde toda la información necesaria está disponible en un forma clara y precisa, con terminales de videotexto ofreciendo servicios a ocupantes y visitantes, ascensores que hablan, estaciones de trabajo integradas al ambiente de trabajo, luces que se encienden a medida que las personas entran en habitaciones vacías, sistemas de control energético que regulan la iluminación y el sistema de aire acondicionado. Y adicionalmente sistemas de cableado para redes de voz, datos, video, señales de control y señalización para facilitar la integración de todos los sistemas presentes.

El crecimiento casi exponencial de las redes distribuidas, las capacidades cada vez mayores de las estaciones de trabajo, el uso del Intranet y el Internet como vehículos de acceso e intercambio de información y conocimiento dentro y fuera de las organizaciones, aunado a las necesidades de las corporaciones para mejorar su productividad y eficiencia, comienza a plantear inmensos retos para la gerencia de los recursos dentro de las grandes corporaciones.

- Debido a la gran dependencia de la tecnología de información, han surgido nuevos requisitos a los ocupantes de edificios. Con el uso de redes de área local (LANs) uniendo relativamente un gran número de estaciones de trabajo e Internet, conceptos como procesamiento distribuido, servidores, correo electrónico, videoconferencia, servicios en línea, se han vuelto de uso común. La revolución en la tecnología de la información ha cambiado nuestros estilos de vida y métodos de trabajo, y creado nuevas demandas para los usuarios de edificios.

Adicionalmente en años recientes han ocurrido cambios que han contribuido al nacimiento de los '*edificios inteligentes*', y han reforzado la necesidad para una gerencia eficiente en costos, siendo los más notables:

- Ciclos de vida diferentes en los distintos componentes del edificio: la estructura generalmente se diseña para una vida útil de 50 años o más, a diferencia de los servicios que se diseñan para una vida útil entre 15 y 20 años.
- Disminución del costo de la tecnología: en los últimos 10 años el costo de acceso a la tecnología de vanguardia se ha reducido drásticamente.
- Rápida adaptación a la tecnología: en diversas organizaciones, la tecnología de la información ha pasado de ser una ayuda a ser uno de los principales soportes para obtener ventajas competitivas.
- Flexibilidad organizacional: el deseo de fáciles y rápidas reestructuraciones en las organizaciones.

Una de las principales razones por las cuales se está volviendo una realidad el concepto de '*edificio inteligente*', es la existencia de estándares a nivel internacional. Desde el punto de vista de las empresas de telecomunicaciones que suministran los servicios, la estandarización asegura la facilidad de acceso para los usuarios; desde el punto de vista de los fabricantes de equipos, los estándares permiten la compatibilidad de '*hardware*' y de '*software*'; desde el punto de vista del usuario, los estándares suministran una visión clara de lo que está disponible y una base para una compra más conveniente basada en la competencia de los fabricantes.

El uso eficiente de la energía tiene grandes beneficios, tanto para el usuario específico como a nivel nacional. Si el consumo energético pudiera reducirse en un porcentaje, el dinero ahorrado

supondría una reducción de los costos operativos e iría por lo tanto directamente a aumentar la rentabilidad del ente ó proyecto.

La gran ventaja que ofrecen los 'edificios inteligentes' al tema de ahorro energético, está determinada fundamentalmente por el concepto de integración sin olvidar la etapa de planificación. En un sentido práctico el desarrollo de un 'sistema de control y gerencia de energía' puede involucrar el empleo de sistemas expertos, pudiendo comenzar su vida con una base de datos de conocimientos que contenga no sólo registros de su composición sino también del razonamiento empleado de como fue diseñado y construido; y continuar su vida con sensores y robots que pudiesen monitorear y realizar los ajustes como los necesite, según la base de datos de conocimientos de cada área del edificio. Un sistema experto es un programa de computación que contiene 'conocimiento' en forma de fechas, relaciones y reglas, acerca de un área específica de experiencia humana. Es capaz de realizar deducciones razonadas o inferencias para el usuario, justificando sus conclusiones. Los sistemas expertos permiten a las computadoras ser aplicadas para resolver problemas, que por su naturaleza, son de gran dificultad para ser resueltas usando técnicas convencionales, problemas donde el conocimiento es incompleto, los datos son inciertos o 'difusos', o no existe una base teórica significativa. Y que mejor que una base de datos que almacene información en tiempo real del comportamiento de la edificación tanto en su interior como en su exterior inmediato, para la optimización del uso de la energía y para la planificación energética a corto, mediano y largo plazo.

1.3. Base Teórica.

Para el desarrollo de este trabajo es necesario determinar el método de cálculo más conveniente, según las condiciones arquitectónica y característica de cada local. A continuación se realiza una descripción de los métodos mas utilizado

Métodos de cálculo más empleados.

- Método de la I.E.S. (Cavidades Zonales.)
- Método de la C.I.E.
- Método punto por punto.

El cálculo de una instalación de alumbrado depende de muchos factores, al igual que el diseño la correcta valoración de los mismos posibilitara la toma de decisiones para alcanzar el fin propuesto con éxito. Al igual que otras aplicaciones técnicas, el calculo de numero de lámparas y luminarias para suministrar el nivel de iluminación requerido a una instalación puede requerir el uso de técnicas matemáticas complicadas o el uso de tablas, graficas y formulas mas sencillas. De echo existen diferentes métodos abreviados para resolver este tipo de calculo con distintos grado de exactitud y en dependencia del objeto que se desee alcanzar, los mas importantes son:

Método de la I.E.S.

Este método ha sido utilizado para calcular el nivel de iluminación promedio en un espacio por la I.E.S. Este método también llamado " Método del lumen divide el local en tres cavidades separadas estas son:

- cavidad del techo.
- Cavidad de local.
- cavidad de suelo.

Cavidad de techo: Es el área medida desde el plano de trabajo de la luminaria al techo. Para luminarias suspendidas existirá esta cavidad, no siendo así para luminarias colocadas directamente en el techo o empotradas en el mismo.

Cavidad de local: Es el espacio entre el plano de trabajo donde se desarrolla la tarea y la parte inferior de la luminaria. El plano de trabajo se encuentra normalmente por encima del suelo, en algunos casos la tarea visual se realiza al nivel del suelo, en estos casos entre la luminaria y el piso se considera la cavidad local.

Cavidad de Suelo: Se considera desde el piso hasta la parte superior del plano de trabajo, o al nivel donde se desarrolla la tarea visual especifica. Cuando se desconozcan las dimensiones del puesto de trabajo se considera las siguientes:

- Para áreas de oficinas, una altura de 76 cm.
- Para áreas industriales, una altura de 92 cm.

A continuación se muestra el espaciamiento relativo de las cavidades antes mencionadas, así como la altura de montaje de las luminarias.



Figura 1.2 Cavidades definidas por el método de las Cavidades Zonales.

La teoría sobre la cual se basa este método de cálculo de iluminación considera que la luz producida por una fuente luminosa es reflejada por todas las superficies del local. Las reflexiones múltiples de la luz desde la luminaria (componente directa de iluminación) y desde las superficies del local (componente indirecta) actúan para producir la luz en el plano de trabajo. Es importante mencionar que los colores de las superficies del local tienen un gran efecto en el nivel de iluminación producido por un sistema de alumbrado. El empleo de colores claros en las paredes, techo, piso y demás superficies dará como resultado un nivel de iluminación mayor que si emplean colores oscuros. La expresión analítica para el cálculo del número de lámparas y luminarias por este método está basado en la definición del lux.

$$E_i = \frac{F_T}{Area} \quad (1)$$

Donde:

E_i -----iluminación inicial, (lux).

F_T -----Flujo total de lámpara, (lm).

Area ----- Area del local, (m^2).

Dado que no todo el flujo luminoso emitido por las lámparas llega al plano de trabajo debido a las pérdidas en las luminarias y las superficies de la habitación, dicho lúmenes deben ser

afectados por un factor llamado coeficiente de utilización. Por otra parte en el diseño de la instalación de alumbrado lo que interesa es la iluminación mínima mantenida. A ello se debe la necesidad de aplicar actores de pérdida de luz tomen en cuenta el estimado de la depreciación de la luz que llega al plano de trabajo por diversas razones. De esta forma la fórmula básica del método queda de la siguiente forma:

$$E = \frac{F_L \cdot N_L \cdot N_{LL} \cdot K_u \cdot KPL}{Area} \quad (2)$$

Donde:

E --- Nivel luminoso mantenido, (lux).

N_L ---- Número de luminarias.

N_{LL} -----Número de lámparas por luminarias.

K_U ----- factor de utilización. Toma en cuenta la interacción de la luz entre las tres cavidades.

K_{PL} -Factor total de pérdidas de luz. Considera nueve factores parciales.

1.4. Conclusiones

Durante el transcurso del presente capítulo se ha explicado de manera detallada todo lo relacionado con tipos de lámparas, sus características y los métodos de cálculos existentes, para interiores, dándole al interesado en el trabajo una introducción general sobre el tema que se pretende estudiar, logrando de esta manera un enfoque demostrativo acerca del objetivo a desarrollar.

CAPITULO II

Diagnóstico de los Sistemas Instalados

Introducción.

Descripción de la Empresa de Proyectos del Níquel.

Diagnóstico de los Sistemas Instalados.

Conclusiones.

2.1. Introducción.

Para la toma de medidas referente a la iluminación en cualquier institución se necesita un análisis detallado de mediciones realizadas contando con las características particulares de cada lugar. En el presente capítulo se contó con la colaboración de especialistas eléctricos de la empresa de proyectos del níquel para la interpretación de los datos obtenidos, ya que se necesita de cierta visión adquirida por la práctica.

2.2. Descripción de la Empresa de Proyectos del Níquel.

Ceproníquel surge como la Empresa de Ingeniería y Proyectos del Grupo Empresarial CUBANIQUEL, creada para prestar Servicios Técnicos de Ingeniería, Consultoría y Dirección Integrada de Proyectos para la Industria del Níquel y su Infraestructura Asociada. Desde su creación en 1985 hasta nuestros días Ceproníquel ha evolucionado enfocándose en la entrega y realización de proyectos de mayor valor agregado, siempre orientados a las necesidades y requerimientos de sus Clientes y de acuerdo a las características específicas de sus procesos. Desarrolla desde el estudio básico de una necesidad específica en procesos metalúrgicos hasta la implementación completa de la solución tecnológica.

Dispone de una experiencia demostrada en la gerencia, desarrollo, control, puesta en marcha y operación de exitosos proyectos para Clientes en una gran diversidad de áreas como: ingeniería, minería, geología y dirección integrada de proyectos. Hoy, con más de 20 años de

presencia en el mercado nacional e internacional CEPRONIQUEL, cuenta con una capacidad instalada de facturación anual aproximada de 3,0 MMP, un personal altamente calificado y tecnología de diseño de última generación.

Desde Octubre del año 2002 logró la certificación de su Sistema de Gestión de la Calidad según la norma internacional ISO-9001:94, con las entidades certificadoras Lloyd's Register Quality Assurance y la Oficina Nacional de Normalización. En Octubre del 2003 realizó la transición a la norma ISO-9001:2000, manteniendo hasta nuestros días dicha certificación. En los últimos años la Empresa ha logrado mantener un crecimiento integral sostenido y una mejora continua de todos sus procesos, garantizando oportunamente la capitalización de sus recursos materiales y humanos. Cuenta con avanzadas tecnologías de la información que permiten la comunicación en línea entre diferentes especialidades y entre Clientes externos e internos.

2.2.1 Situación Energética de la Empresa de Proyectos del Níquel.

En Ceproníquel nunca se ha realizado un estudio a fondo de los portadores energéticos por lo que no se conoce a ciencia cierta si los mismos están en los parámetros establecidos. Por lo tanto en nuestro trabajo trataremos de abarcar la mayor parte de ellos y haremos un análisis exhaustivo de los mismos con el fin de precisar si los parámetros de eficiencia de los portadores energéticos de nuestra empresa están en normas y de no ser así propondremos las acciones correctoras para mejorarlos. Además en dicha empresa se realizan proyectos en sistema asistido por computación, por lo que la alimentación ininterrumpida de la energía eléctrica es vital, actualmente se alimenta de un expreso de 33 kV que alimenta además la planta de agua de Che Guevara, pero que en reiteradas ocasiones sufre averías provocando la paralización parcial o total de todos los trabajos y en ocasiones paro de los servicios de la Empresa provocando atraso en los proyectos. Si los equipos que se alimentan con energía eléctrica, operan correcta y confiablemente, sin ser dañados o sometidos a "fatiga", diremos entonces que el Suministro de Energía Eléctrica es de Calidad. El término calidad de energía eléctrica se emplea para describir las variaciones admisibles de la tensión, corriente, y frecuencia en el sistema eléctrico y en la actualidad se incluye también los niveles de distorsión de las armónicas de corriente y tensión, factor de potencia y otros.

Históricamente, la mayoría de los equipos eléctricos han sido capaces de operar satisfactoriamente con variaciones relativamente amplias de los tres parámetros fundamentales (tensión, corriente, y frecuencia) que definen la calidad de la energía eléctrica. Sin embargo, en los últimos diez a quince años se han agregado a los sistemas eléctricos un elevado número de equipos, no tan tolerantes a estas variaciones, incluyendo a los controlados electrónicamente. El control se hace directamente a través de electrónica de conversión, fuentes de energía conmutadas, además del equipamiento electrónico que está en los controles periféricos de las computadoras. El incremento de la velocidad de operación de los microprocesadores y la mayor integración de componentes electrónicos en los equipos con los que trabajamos, hace que los mismos sean cada vez más susceptibles a ser afectados por problemas relacionados con la baja calidad de la energía eléctrica. Cada sistema de computadora está compuesto de microcircuitos muy pequeños que operan a voltajes muy bajos. Estos circuitos efectúan las computaciones comparando los pequeños cambios que ocurren en estos voltajes de operación. Los problemas en el suministro de energía eléctrica interfieren con estas comparaciones de voltaje.

Esto es aplicable no sólo a computadoras o servidores, sino a todos los equipos que son calificados como Equipos de Tecnología de Información (Information Technology Equipment) como son los equipos médicos, equipos industriales con PLC, terminales de puntos de venta, cajeros automáticos, equipos de redes de datos, impresoras, pizarras telefónicas, otros equipos de telecomunicaciones, y equipos electrónicos basados en microprocesadores.

Las computadoras se pueden dañar por perturbaciones eléctricas de tres formas distintas. Estas se pueden calificar como "Destrucción, Degradación y Disrupción". La destrucción es la forma más visible de falla, porque normalmente está acompañada de componentes quemados o carbonizados y una falla catastrófica e inmediata del sistema. La degradación ocurre por perturbaciones eléctricas de menor magnitud que no causan este tipo de falla inmediata y visible. En su lugar, ellas degradan los componentes del sistema, debilitándolos un poco cada vez, hasta que llegan a un grado de debilitamiento tal que se produce el fallo (de la misma manera que el óxido ataca el metal), disminuyendo el tiempo de vida útil de los componentes y por tanto de los equipos. Generalmente el daño no es visible hasta que alguna componente falla y entonces, es demasiado tarde. La disrupción se produce por perturbaciones eléctricas de

menor magnitud; son aquellos que interfieren con la capacidad de la computadora para tomar decisiones lógicas. Estas Perturbaciones están asociados con el ruido de modo normal y el voltaje de modo común (medidos entre tierra y neutro). Estas Perturbaciones disruptivas son responsables de la mayoría de las fallas inexplicables que ocurren de tiempo en tiempo. Estos tipos de Perturbaciones causan interrupciones del sistema, archivos perdidos, errores de comunicación, llamadas de servicio en las que "no se encuentra ningún problema", datos de prueba imprecisos y en general, un bajo rendimiento del sistema.

De todo lo anteriormente analizado podemos concluir que las perturbaciones en los sistemas, que se han considerado normales durante muchos años, ahora pueden causar problemas en el sistema eléctrico industrial, con la consecuente pérdida de información y de producción. Por lo que consideramos que es impostergable la adopción de una solución de ingeniería que proteja todo el equipamiento de alta tecnología que se ha adquirido contra estas variaciones o perturbaciones del sistema eléctrico, que anteriormente no se consideraron significativas. En la misma existen varias variables eléctricas las cuales trataremos.

Unas de las variables de mayor incidencia en el consumo es el clima. Esta variable es una de las más importante en el consumo de energía eléctrica ya que los medios de trabajo que poseemos en nuestra empresa requieren una temperatura de trabajo que no exceda los 18 grados lo que provoca que los locales estén climatizados y las 8 horas de trabajo estén funcionando los equipos de climatización, nuestro país es un país tropical y en los países del trópico en ocasiones se puede consumir en una misma oficina hasta 10 veces mas energía en verano comparándolo con el consumo de invierno. Ello está muy relacionado en el caso cubano con la época del año donde los meses de julio y agosto son los de mayor calor del país y meses como mayo, junio, septiembre y octubre, las temperaturas promedios son inferiores debido al efecto del incremento de la lluvia y con ello ocurre un descenso de las temperaturas exteriores.

2.3. Diagnóstico de los sistemas existentes.

Es deseable conocer el potencial de ahorro energético en edificios existentes ó en proyectos nuevos, y que mejor forma mediante la realización de una auditoria de energía. Se propone un modelo **Anexo1** para la evaluación del grado de 'inteligencia' de la edificación, obteniendo así indirectamente el grado de gerencia energética posible. Cabe destacar que el principal aporte de este modelo es concebir a la edificación como un 'todo' aunado al concepto de 'edificio inteligente'. Y cuando se trata de 'edificios inteligentes', cualquier proceso de evaluación debe incluir aspectos relacionados con los niveles de satisfacción de los individuos, ya que influyen en la productividad y es de gran interés para la organización.

Modelo para la evaluación del grado de 'inteligencia' de la edificación

- 1.- Datos del edificio:
- 2.- Sistemas de automatización del edificio:
 - 2.1.- Sistemas de control de temperatura y sistema mecánico:
 - 2.2.- Sistema de iluminación.
- 3.- Infraestructura de Seguridad y Contra Incendio:
- 4.- Infraestructura de Telecomunicaciones:
- 5.- Costos reales de operación
- 6.- Niveles de satisfacción

2.3.1. Descripción de la Infraestructura de Seguridad y Contra Incendio:

Sistema de seguridad, contra incendio y ascensores.

Los riesgos de incendio que existen en la empresa son los siguientes:

1. Riesgo eléctrico.
2. Riesgo de incendio del papel.

Estos no constituyen zonas críticas de incendio.

El sistema cuenta con una central contra incendio inteligente que se encuentra ubicada en la garita, lugar donde hay personal de forma permanente. En el 100% de los locales existen

detectores de humo iónicos que se activan ante la presencia de humo en las áreas en las que se encuentran. Al activarse emiten una señal lumínica y sonora en el punto donde se encuentra la pizarra, la cual es escuchada por todo el personal de la empresa.

En la recepción de la empresa y en las escaleras existen pulsadores manuales de incendio, estos son accionados por el personal en caso de ser detectado un principio de foco de incendio. El edificio está equipado con todos los equipos necesarios para la extinción de incendio como son los extintores de agua y espuma.

La empresa cuenta con un sistema de monitoreo por cámaras para toda el área exterior, que garantiza la supervisión por parte del personal de seguridad y protección.

En la recepción de la empresa y en las escaleras existen pulsadores manuales de incendio, estos son accionados por el personal en caso de ser detectado un principio de foco de incendio. El edificio está equipado con todos los equipos necesarios para la extinción de incendio como son los extintores de agua y espuma.

La empresa cuenta con un sistema de monitoreo por cámaras para toda el área exterior, que garantiza la supervisión por parte del personal de seguridad y protección.

2.3.2. Infraestructura de Telecomunicaciones.

Sistema activo

Los componentes pasivos que se utiliza permiten una tasa de transmisión de hasta 1 Gbps, para lograr la misma se hace necesaria la utilización de equipamiento activo que soporte dicha tasa de transmisión. Según las solicitudes del cliente, se desea contar con un backbone a una velocidad de 1 Gbps a través de FO MM y una distribución horizontal a 100 Mbps con la utilización de cable UTP Cat5e. Para ello se propone en el siguiente diseño la utilización de equipamiento Allied Telesys.

Sistema pasivo

El sistema pasivo montado está preparado para soportar tasas de bits de hasta 1 Gbps siempre y cuando pueda ser soportado por la electrónica apropiada. Sin embargo, cabe destacar que este sistema funciona perfectamente con velocidades inferiores (100 Mbps, 10 Mbps o inferior)



con cualquier protocolo especificado para transmisión de voz y datos y en caso de crearse nuevos sistemas de aplicaciones (Ej., protocolos, sistemas operativos, etc.) se asegura la compatibilidad de estos con el cableado montado sin costo alguno para la empresa cliente.

Sistema de redes de datos:

- Análisis de los servicios y facilidades de transmisión de datos (redes de área local, ISDN,
- Principales características de las centrales telefónicas (PBX) modernas son: reducción en costos de comunicaciones, selección de rutas automática. identificación automática de velocidades, conversión de protocolos y formatos, unidad de interfaz digital, reporte detallado de llamadas por estación, códigos de autorización para servicios especiales, alternativas para servicios de larga distancia, tarificación simplificada y detallada, correo de voz, configurable mediante 'software', fuente de poder ininterrumpida.

2.3.3. Sistema Eléctrico de la Empresa.

La energía, al igual que otro recurso, puede gestionarse. Entendiéndose por gestión un concepto más amplio que el simple ahorro de energía, ya que involucra el uso correcto de la energía y permite su planificación.

Los sistemas de control y gerencia de energía (EMS - Energy Management System) como una parte integrante de los 'edificios inteligentes' tienen más en común con proyectos de ingeniería de vanguardia que aquellos de construcción tradicional, ya que requieren diversas etapas y un entendimiento amplio de la tecnología. El uso eficiente de la energía tiene grandes beneficios, tanto para el usuario específico como a nivel nacional. Si el consumo energético pudiera reducirse en un porcentaje, el dinero ahorrado supondría una reducción de los costos operativos e iría por lo tanto directamente a aumentar la rentabilidad del proyecto.

Para asegurar un sistema de gestión eficiente de la energía es necesario conocer el comportamiento de los diferentes portadores energéticos de la empresa así como el consumo de energía. Para esto se trabajó en el Sistema de Suministro Eléctrico y se evaluó el sistema de iluminación existente. Es necesario realizar un estudio completo del sistema de distribución de energía eléctrica, desglosado por circuitos y ramales principales, determinando el comportamiento de las magnitudes eléctricas más importante en los circuitos principales y en

los equipos de mayor demanda. Para el análisis de los portadores energéticos de la empresa se partió de los registros de consumos mensuales y anuales de los mismos, así como de mediciones realizadas con el PQM (Power Quality Meter).

Partiendo de esta información se obtiene el gráfico de Pareto, de la figura 2.1. Se puede apreciar que al llevar el consumo de los portadores energéticos a toneladas de combustible convencional, la electricidad ocupa el primer lugar en orden de importancia representando el 96,49% del consumo, le continúa el diesel representando 3,50% y en último lugar se ubica la gasolina con un 0,01%. Estos resultados indican que los mayores esfuerzos en la gestión energética se deben dirigir hacia la electricidad.

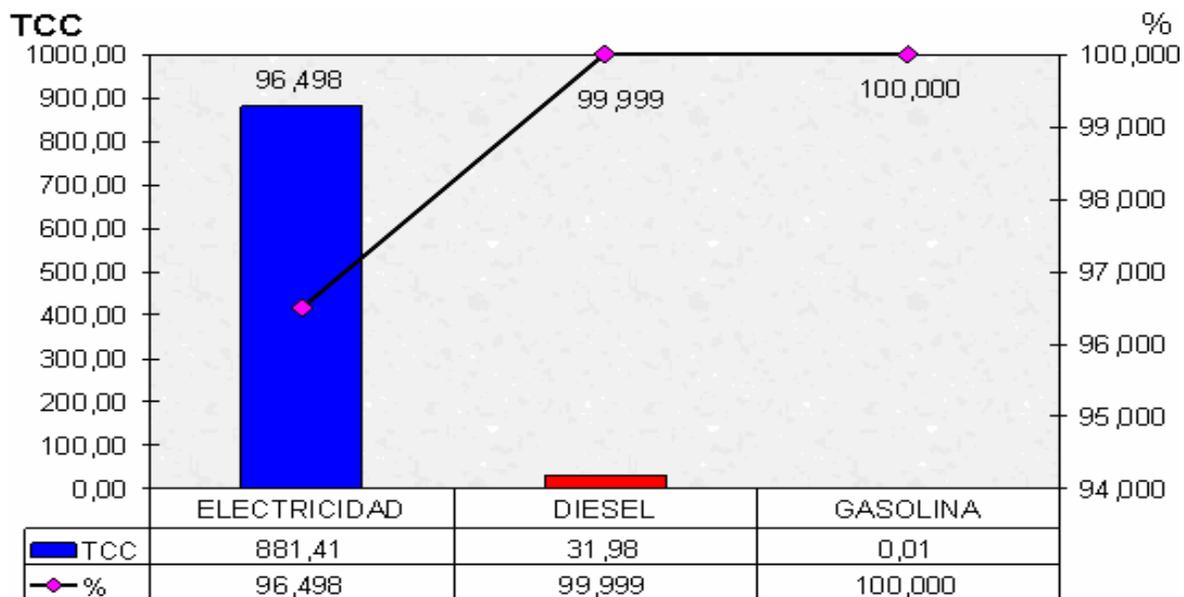


Figura. 2.1 Gráfico de Pareto de los portadores energéticos.

El análisis del comportamiento de este portador se realizó desde enero de 2007 hasta diciembre de 2009 .Si analizamos las diferentes facturas por año para ver cual ha sido el comportamiento de toda la energía eléctrica que se consumió tenemos como resultado los gráficos de la figura.2.2

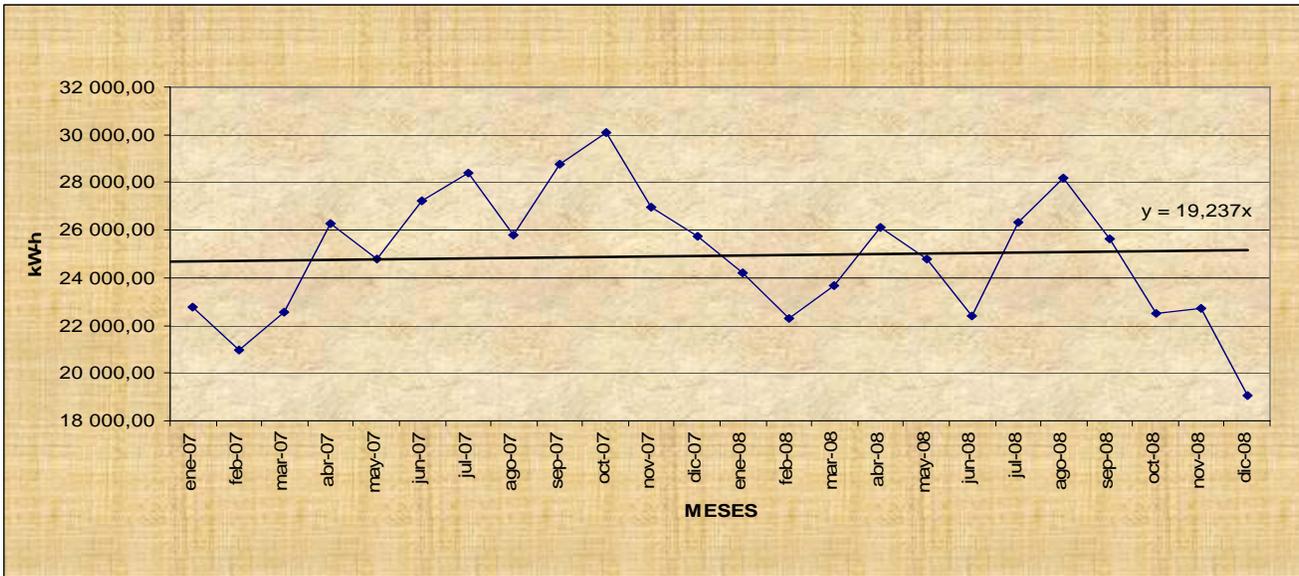


Figura. 2.2 Comportamiento del consumo de electricidad de la Empresa.

El consumo de electricidad a nivel general alcanzó un valor promedio de 24.44 MWh para una desviación estándar de 4.33 MWh. Como resultado del análisis realizado se tiene que la potencia instalada es 162,082 kW

Se realizó una clasificación de estas cargas por lugares donde se encuentran instaladas (ver tabla 2.1), arrojando a los siguientes resultados:

Tabla 2.1 Clasificación de la carga instalada

Familia de equipos	Consumo (W)
Climatización	76680
Refrigeración	520
Iluminación general	15372
Equipos de cocina	8400
Equipos de cómputo	61110

Después de determinar la potencia instalada a través del levantamiento de toda la carga de la Empresa, y de realizar las mediciones; se comprobó que la potencia activa que se consume es de aproximadamente 96,6 kW. Que la aparente es de 96,72 kVA.

Utilizando las mediciones se pudo determinar la energía que se consume en cada una de las 24 horas del día, determinándose los horarios de mayor demanda entre las 8:00 AM y las 11:00 AM, y entre las 12:00 PM y las 3:00 PM . En cada una de estas horas la energía supera los 40 kWh. (Ver Fig.2.3).

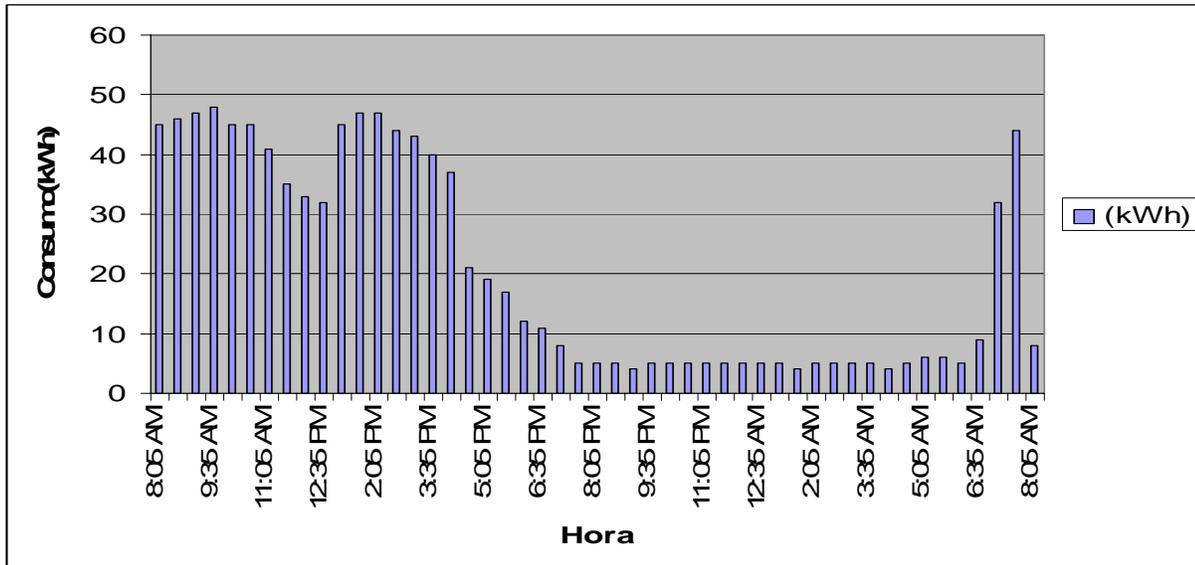


Figura. 2.3 Energía consumida en un día en la empresa.

Se realizó una comparación de los diferentes consumos entre equipos de cómputo y el de iluminación, teniendo un consumo promedio durante el día de alrededor de 20 kW correspondiendo al horario de trabajo.

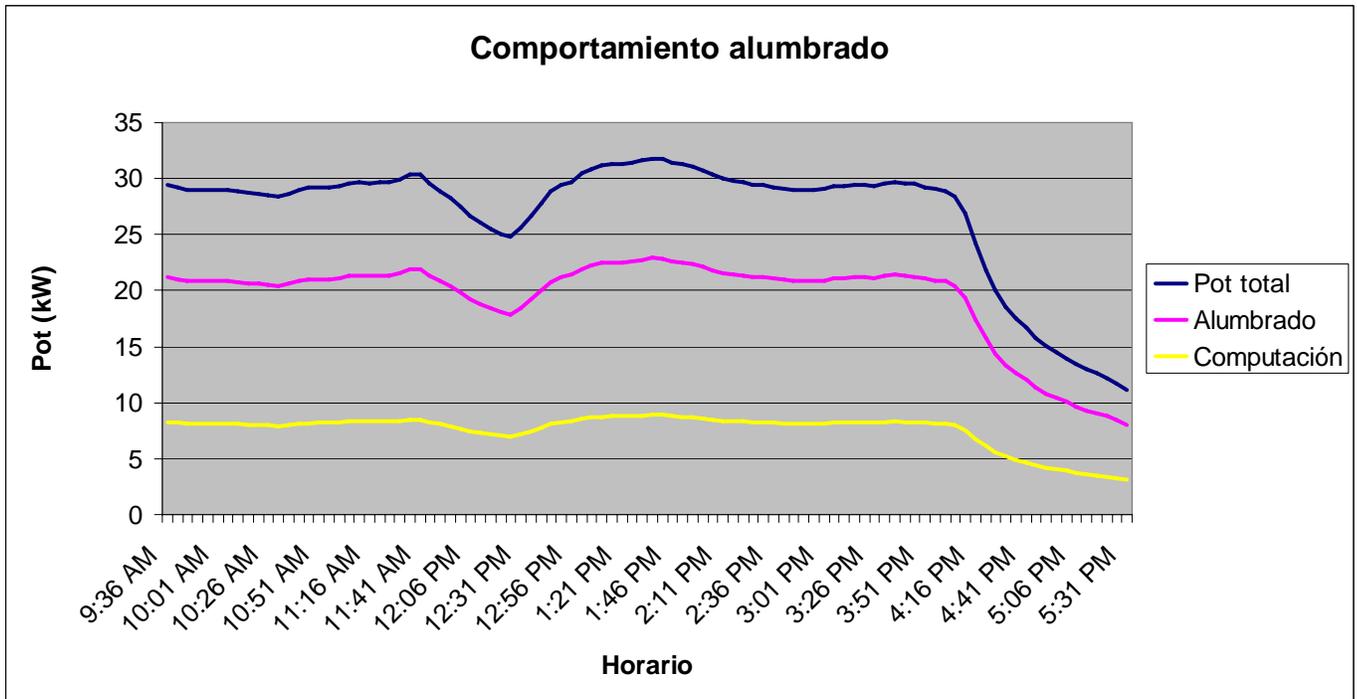


Figura. 2.4 Comparación entre alumbrado y computación

2.3.4. Sistema de iluminación.

Mediciones de los niveles medios de iluminación (lux).

Las mediciones de lux se realizaron en el interior y exterior de la empresa, el trabajo fue hecho según la metodología, a estos valores obtenidos se les calculo el valor medio y con el resultado se trabajo en el calculo. Para lograr la representabilidad del trabajo experimental se obtuvo el valor medio, el cual se comprobó a través de un análisis estadístico previo.

Descripción del equipo de medición.

Las mediciones se realizaron con un luxómetro digital, portátil destinado para las mediciones de iluminación en las empresas industriales u otras áreas:

Marca: HIOKI.

Lux Máximo: 3420 lux.

Measurement Range: 0,00 ~ 19,99 / 199,9 / 1,999 / 19,99₀ / 199,9₀₀ Lx.

Para realizar las mediciones se tuvo en cuenta las dimensiones de cada local de la empresa, diferentes horario y estado del tiempo ver **tabla 2.2 y Anexo 2**, se tuvo en cuenta el siguiente procedimiento:

Locales con dos o más filas de luminarias colocadas de forma continua. Ver fig 2.5

- 1-Realice cuatro mediciones (r,r,r,r) cercanas al centro del local y promedie dichos valores.
- 2-En el medio de cada lado del local a lo largo tome una medición (q), promedie ambos valores.
- 3- En cada lado a lo ancho del local realice una medición (t,t), promedie los cuatro valores.
- 4- En dos de las esquinas del local mida en los puntos señalados como (p) y promedie ambos valores.
- 5-Entonces iluminación media del local esta dada por:

$$E_{med} = \frac{R_m \cdot N \cdot (M - 1) + Q_m \cdot N + T_m \cdot (M - 1) + P_m}{N \cdot M}$$

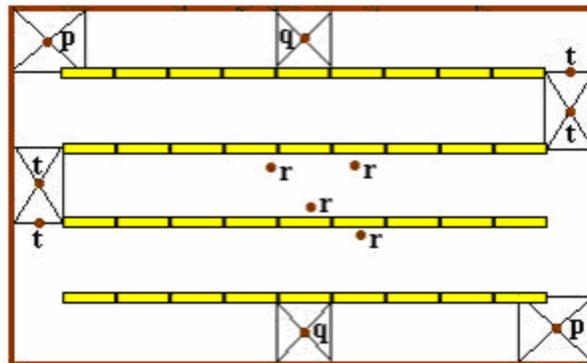


Figura. 2.5 Locales con dos o más filas de luminarias.

Donde:

- Q_m ----- promedio de las mediciones realizadas en los puntos q; (lux).
- P_m ----- promedio de las mediciones realizadas en los puntos p; (lux).
- N ---- número de luminarias a lo largo del local.
- E_{med} - iluminación media del local; (lux).
- R_m ----- promedio de las mediciones realizadas en los puntos r; (lux).
- T_m ----- promedio de las mediciones realizadas en los puntos t; (lux).
- M ----- número de luminarias a lo ancho del local.

Tabla. 2.2 Resumen de los resultados de las mediciones.

Local	N	M	P	Q	T	R	Emed	Ubicación
	N lum largo L	NL ancho L	Pm	Qm	Tm	Rm		
Construcción	4	3	295	395	255	410	370,8333	1er piso
Archivo T 1	3	3	180	365	177,5	295	271,6667	1er piso
Archivo T 2	3	3	125	215	72,5	182,5	158,8889	1er piso
Recurso Hum	3	3	55	130	77,5	107,5	100	1er piso
J.R Humano	1	2	45	45	37,5	65	41,25	1er piso
Finanzas	3	3	415	610	397,5	605	538,8889	1er piso
Comedor	4	2	555	405	230	377,5	391,5625	1er piso
Pasillo	6	2	600	1000	197,5	410	653,9583	1er piso
Economía	2	2	270	150	192,5	252,5	216,25	1er piso
J.Archivo	2	1	260	135	180	265	197,5	1er piso
J.de Personal	2	1	260	130	165	260	195	1er piso
Geología	5	3	430	635	292,5	692,5	606,3333	2do piso
J.Minería	2	1	255	240	342,5	387,5	247,5	2do piso
MAmb- Minas	5	3	450	390	240	625	499,3333	2do piso
Topografía	5	3	305	480	272,5	627,5	519,3333	2do piso
Servicio Proy 2	5	3	205	430	237,5	557,5	457,3333	2do piso
Arquitectura	5	3	310	565	285	592,5	525,3333	2do piso
Civil 1	5	3	260	355	222,5	405	357,6667	2do piso
Civil 2	5	3	200	170	150	262,5	218,6667	2do piso
J.Civil	2	1	280	265	460	440	272,5	2do piso

Automática	5	3	625	705	325	685	638,3333	3er piso
Eléctrica	5	3	320	525	277,5	565	499,6667	3er piso
J.Eléctrica	2	1	330	360	277,5	425	345	3er piso
Informática	5	3	195	385	185	400	353,6667	3er piso
Mecanica1	5	3	215	355	260	537,5	430,3333	3er piso
Mecanica2	5	3	580	850	300	550	598,6667	3er piso
Tecnología	5	3	320	700	237,5	445	477	3er piso
S.División	2	2	250	255	295	437,5	309,375	3er piso
Dtor.División	3	2	660	240	450	420	405	3er piso
Contabilidad	5	3	790	750	180	300	436,6667	4to piso
J.Contabilidad	2	1	170	235	195	327,5	202,5	4to piso
UAE	5	3	500	445	245	382,5	388,6667	4to piso
Gestión 1	5	3	465	760	277,5	545	561,3333	4to piso
Gestión 2	5	3	360	445	202,5	437,5	403	4to piso
Calidad	5	3	430	820	265	382,5	486,6667	4to piso
S.Reuniones	4	3	370	265	135	512,5	375,8333	4to piso
Sect Dircc	4	1	145	160	160	242,5	156,25	4to piso
Dtor Gral	3	2	690	715	697,5	710	706,25	4to piso
Asesor Dtor	1	2	265	345	502,5	377,5	383,75	4to piso

Se realizó un levantamiento exhaustivo de cada ubicación de las luminarias en cada uno de los locales de la empresa recogiéndose los mismos en los siguientes planos.

Anexo 4

➤ **Distribución de luminarias por locales.**



Figura. 2.6 Ubicación de las luminarias en el nivel 1.

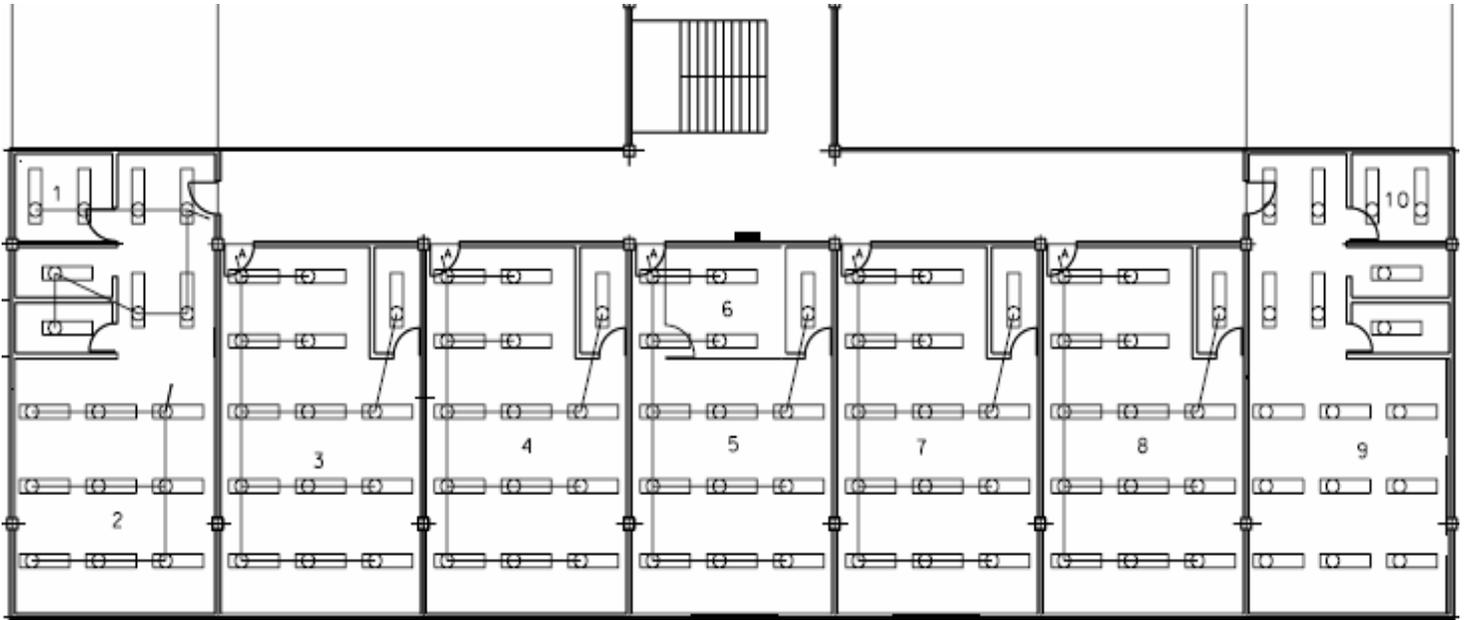


Figura. 2.7 Ubicación de las luminarias en el 2do nivel

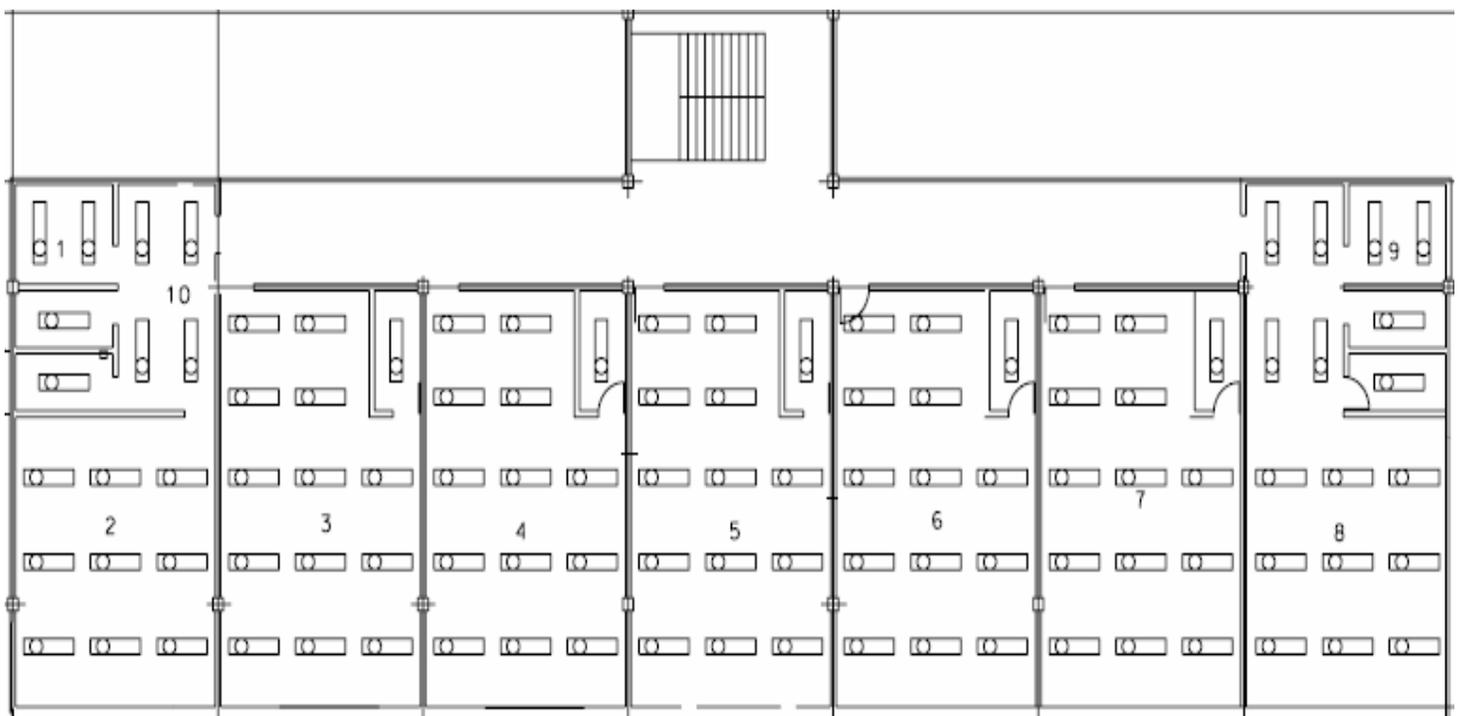


Figura. 2.8 Ubicación de las luminarias en el 3er nivel



Figura. 2.9 Ubicación de las luminarias en el 4to nivel

Característica de las lámparas y luminarias instalada en la empresa.

Tipos de Luminarias

Lámparas de 2 *40 W, tipo **IEG** empotrada con difusor (**H**). **Cant 66**

Lámparas de 2 *32 W **IEG** empotrada con difusor (**H**). **Cant 285**

Lámparas de 4 *18 W. **Cant 10**

Lámparas de 1 *18 W. **Cant 24**

2.2.2.- Características de la iluminación externa.

Tipos de lámparas: Vapor de mercurio 250 W. **Cant 11**

Flte Compacta 18 W. **Cant 10**

2.4. Simulación de los locales con bajo nivel de iluminación.

Para comprobar estos resultados se realizaron simulaciones con software profesional de iluminación de las firma TROLL, INDALWIN 5.S3 y 7.00 y Luxicon, los cuales permitieron validar los resultados obtenidos en este capítulo.

Como se muestra en la figura 2.10 el nivel de iluminación medido en esos locales es de 357 lux, aquí es una evidencia de la inadecuada iluminación que presenta dicho local. Las simulaciones comprueban que la oficina presenta una mala iluminación. Además de decir que es un local donde se realiza trabajo con equipos de informática donde se recomienda un nivel medio de 500 lux.



Figura 2.10 Local de civil 1



Figura. 2.11 Simulación del local anterior.

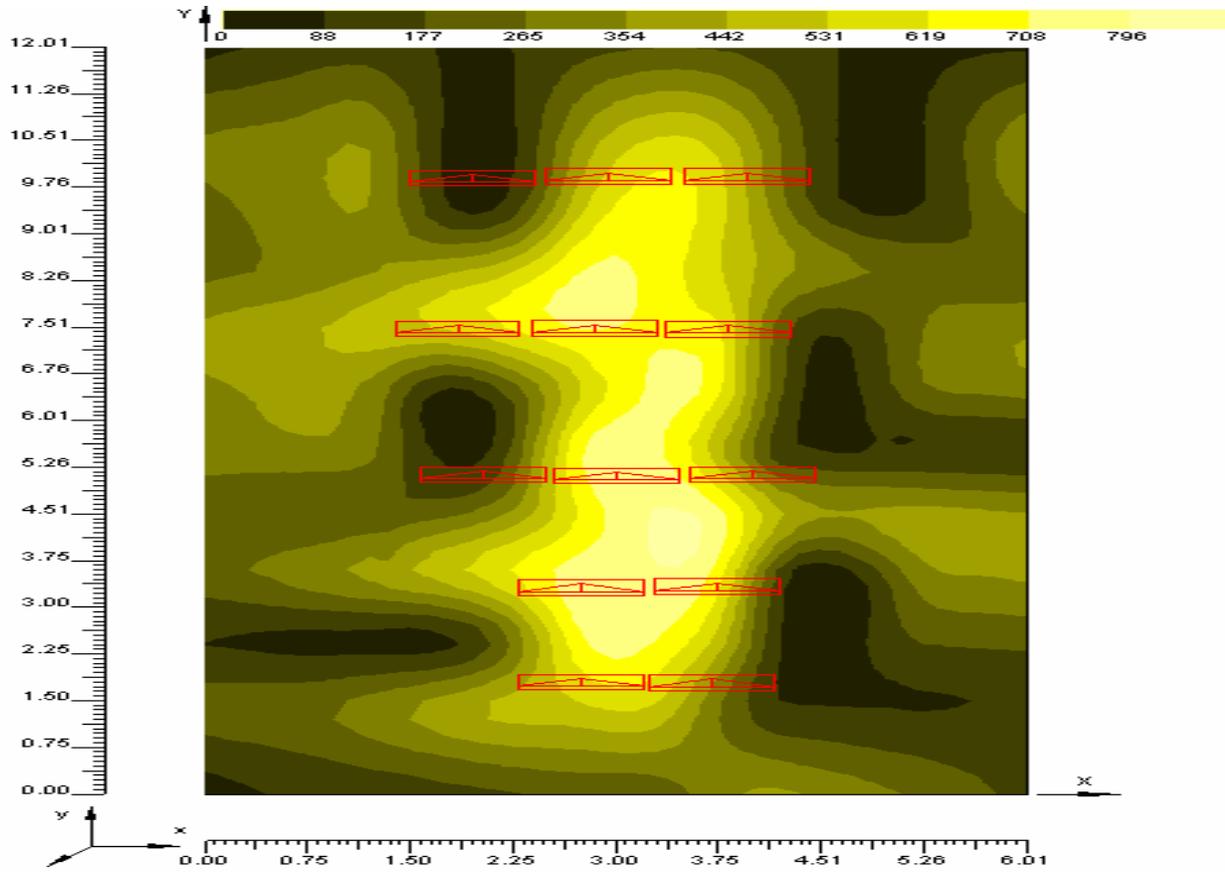


Figura. 2.12 Nivel de iluminación que se proyecta sobre el plano de trabajo.

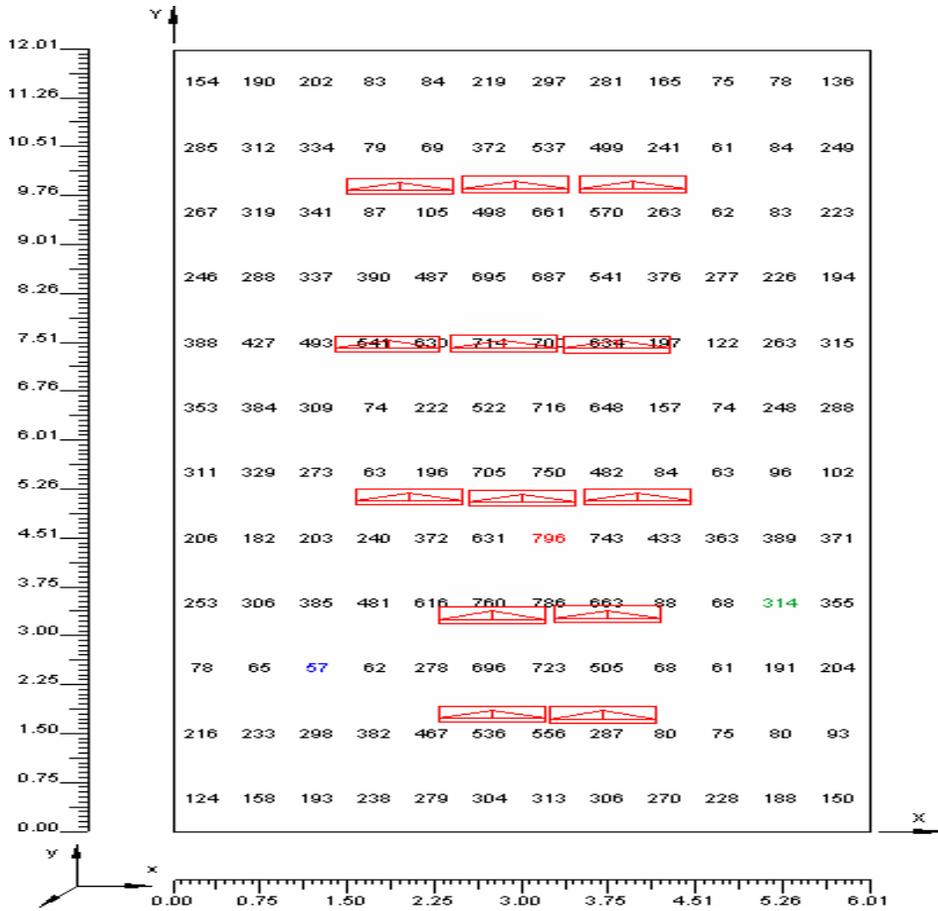


Figura. 2.13 Niveles de iluminación obtenidos por las luminarias.

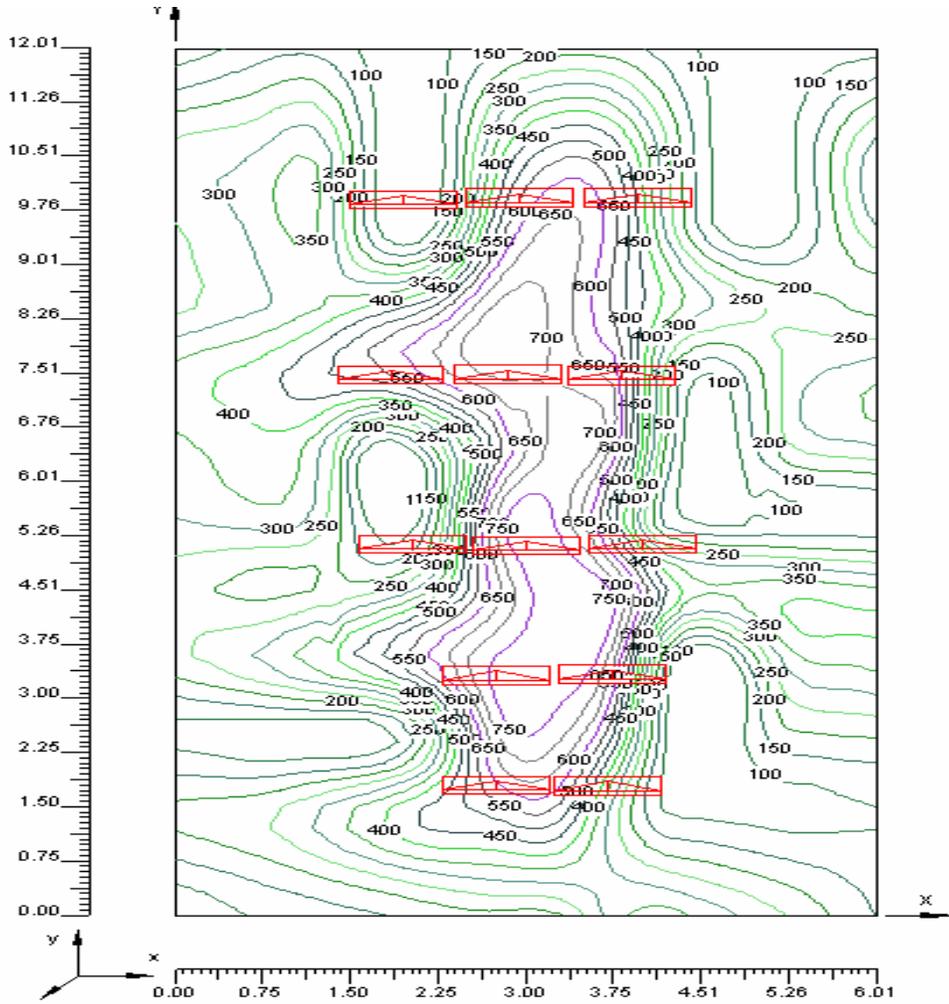


Figura. 2.14 Curva de distribución de las luminarias.

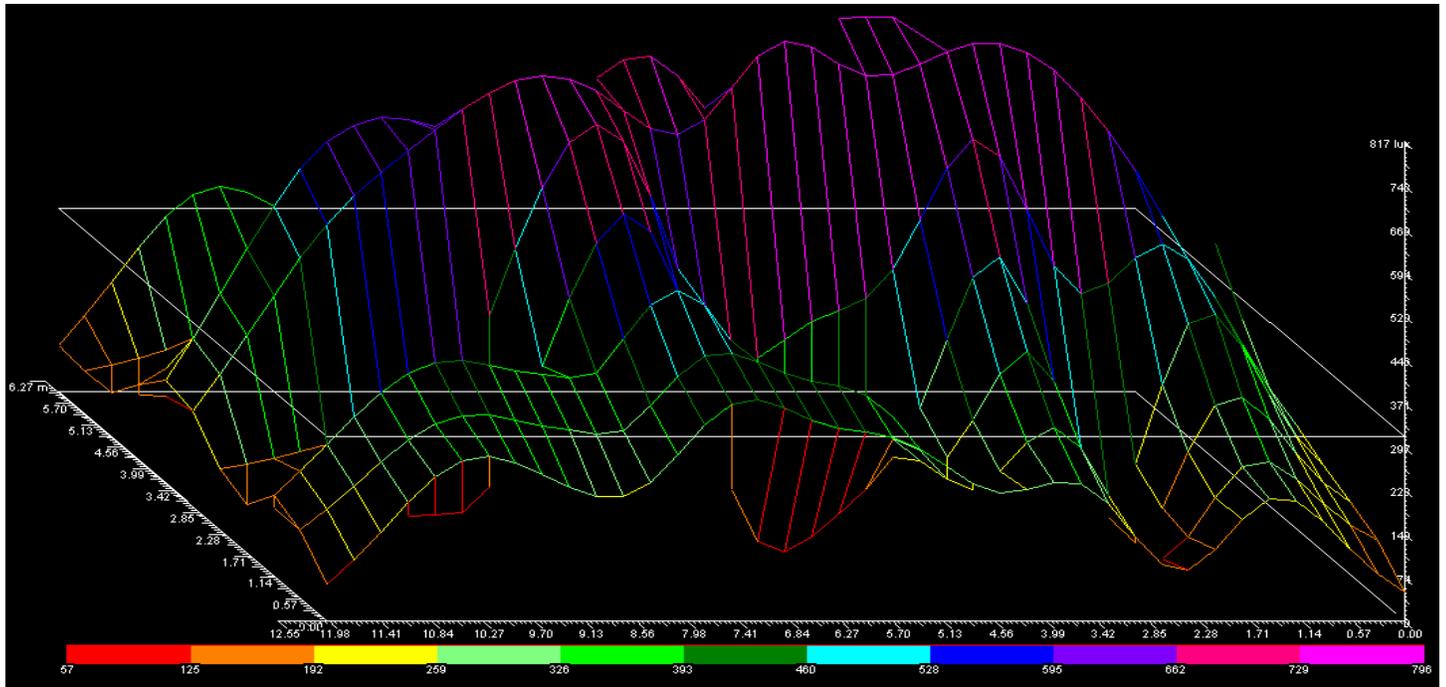


Figura. 2.15 Gráfico Tridimensional del punto de luz.

Problemas que afectan la integración de los sistemas.

1. No se cuenta con una red de monitoreo de la energía que permita la supervisión de las variables eléctricas.
 2. Bajo nivel de iluminación en varios locales de la empresa.
 3. No se han establecido los valores de temperatura óptimos de funcionamiento para las distintas áreas.
 4. No existe control para el sistema de iluminación durante la noche y fines de semana.
 5. No existen dispositivos de control para la integración de los sistemas.
 6. Las pantallas protectoras sucias (cubierta de polvo.)
1. La falta de luminarias completas (ausencia de pantallas protectoras).
 2. No se realiza el mantenimiento requerido a las luminarias.
 3. Falta de lámparas y sustitución de las rotas.
 4. La existencia de lámparas con bajo flujo luminoso por perder su tiempo de vida útil.
 5. El uso de diferentes tipos de lámparas y luminarias para una misma instalación.



2.5. Conclusiones.

En el presente capítulo se demostró de manera detallada por los cálculos y las simulaciones que la instalación de forma general tiene problema con la iluminación, por tal motivo se recomienda una propuesta de mejora para el cumplimiento de los trabajos y comodidad de los trabajadores.

CAPITULO III

Eficiencia Energética en el Sistema de Iluminación.

Introducción.

Propuesta para mejorar Eficiencia Energética en los Sistemas.

Valoración económica.

Conclusiones.

3.1 Introducción.

En este capítulo se propondrán dar solución al problema existente en los sistemas tomando la variante más económica y factible. Se realizarán todos los cálculos en cuanto a valoración económica del trabajo a realizar para efectuar dichas mejoras en la iluminación.

3.2 Propuesta para mejorar eficiencia energética en los Sistemas de Iluminación.

En las instalaciones modernas de alumbrado interior, ya no basta con suministrar sobre la superficie de trabajo una cantidad de luz que permita realizar la tarea. No es suficiente con preguntarse si el trabajador podrá realizar la tarea en unas determinadas condiciones de iluminación, es necesario conseguir que el operario esté en un entorno adecuado para realizar la tarea.

Para ello se introducen los conceptos de visibilidad y satisfacción visual. Pero ni si quiera es suficiente con esto, hay que conseguir que la instalación de alumbrado sea lo más respetuosa posible con el medio ambiente, lo que es sinónimo de bajo consumo de energía y esto, a su vez, de ahorro energético.

Se ha desarrollado un sistema de control de alumbrado que regula el flujo de las luminarias en función de la iluminancia existente en el plano de trabajo, con el fin de conseguir unos niveles de iluminación constantes y adecuados a la tarea que se va a desarrollar.

Elección del sistema a proyectar.

A la hora de elegir un sistema de control, se deben observar dos tipos de criterios, los de usuario y los técnicos. Criterios de usuario: Facilidad de ampliación e incorporación de nuevas funciones, Simplicidad de uso, Grado de estandarización e implantación del sistema, Variedad de elementos de control y funcionalidades disponibles. Criterios técnicos: Tipo de arquitectura, Medio de transmisión, Topología, Precableado, Velocidad de transmisión, Tipo de protocolo.

Tipo de arquitectura.

Se ha elegido una arquitectura de red de control centralizado, principalmente para evitar el encarecimiento que supone una red descentralizada, tanto en controladores (de red), como en dispositivos. El sistema estará controlado por un autómata de planta al que se conectarán los distintos dispositivos. Los ET-200 de las distintas plantas que estarán conectados entre sí mediante un bus.

Medio de transmisión.

El medio más apropiado en la actualidad es el par trenzado. Su único inconveniente es que no transmite señales de vídeo, función que no será necesaria.

Tipo de protocolo.

Se utilizará el protocolo propio de los autómatas, ya que este se comunicará entre sí. No tiene importancia, en este caso, que el protocolo sea propietario o estándar puesto que no se interconectarán diferentes sistemas mediante él. Según esto se basará la instalación entre el autómata programable y los ET-200 conectados en red, programados y gestionados desde un ordenador personal.

El siguiente punto será estudiar cómo el autómata interacciona con la red eléctrica para controlar el sistema de alumbrado.

Se enumeran a continuación una serie de características que, en este sentido, debe tener el sistema para asegurar su idoneidad:

- ✓ La instalación eléctrica del edificio debe ser lo más parecida posible a la de un Edificio convencional, de modo que no se requiera mano de obra especial.
- ✓ El sistema debe estar preparado para funcionar como una instalación convencional en caso que sea necesario. El paso de funcionamiento automático a manual debe ser lo más sencillo posible.
- ✓ El sistema debe ser robusto ante posibles fallos. En el caso, poco frecuente, de la caída de un autómatas el sistema debe detectarlo automáticamente y mantener la instalación en funcionamiento, al menos con las mismas prestaciones que una instalación convencional.
- ✓ El sistema debe permitir el control del valor de cualquiera de sus salidas y la simulación de cualquiera de sus entradas desde el ordenador encargado de programarlo y gestionarlo.
- ✓ El sistema debe cumplir toda la normativa que afecta a las instalaciones eléctricas en edificios, por lo tanto, debe incorporar todas las medidas de seguridad y protección que tienen las instalaciones convencionales.

Esquema de planta.

La instalación eléctrica de todo el edificio se realizará de forma convencional con la única salvedad de que el cierre de los circuitos de alimentación de las luminarias, en vez de realizarse mediante pulsadores murales situados junto al grupo de luminarias, se realizará con contactores que estarán ubicados tras el interruptor automático en el cuadro general de planta como se observa en la figura 3.1.

El contactor a usar será de tres posiciones: encendido, apagado y automático. Este tipo de contactor cierra el circuito si está en la posición de encendido y lo abre si está en la posición de apagado. En el edificio estará normalmente en la posición de automático en la que una señal externa, en este caso proveniente del autómatas, determina si el circuito está abierto o cerrado. De esta manera, se logra que el autómatas controle la instalación eléctrica convencional y que, por tanto, se incorporen todas las medidas de protección y seguridad de ésta. La conexión entre el autómatas y el contactor se observa también en la figura 3.1.

Las luminarias fluorescentes están conectadas a la red eléctrica a través de Balastos electrónicos que permiten realizar el control de la luminancia de las mismas. Estos balastos están controlados desde el autómata mediante una señal analógica de 0 – 10 V, todas estas conexiones se observan en la figura.3.1

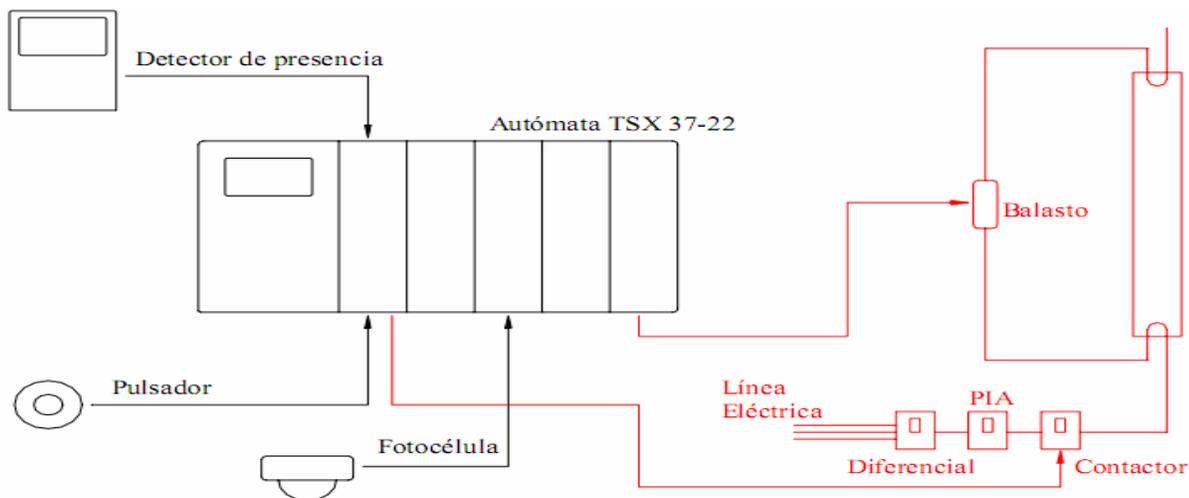
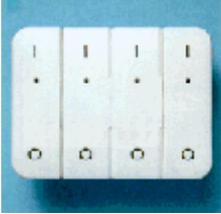


Figura 3.1 Conexión entre el autómata y el contactor.

Para que el autómata pueda controlar satisfactoriamente el sistema es necesario que reciba información del exterior, lo que se consigue a través de sensores. Para enumerar los sensores que son necesarios es preciso recordar el funcionamiento general que se desea del sistema. La principal innovación del mismo es que adecue la intensidad luminosa de las luminarias para que su suma con la intensidad de la luz natural sea igual a un valor fijado, para ello hace falta saber cual es la iluminancia en las oficinas para lo que se necesitan sensores de luz (fotocélulas). Además, se requiere que el sistema apague las luces cuando detecte una zona ha quedado desocupada fuera del horario laboral, para ello se requieren sensores de presencia convencionales. Por último, para flexibilizar el uso del edificio fuera del horario habitual, se desea que el sistema pueda ser controlado mediante pulsadores manuales, hacen falta, por tanto, dichos pulsadores. Resumiendo, son necesarios:

Fotocélulas, sensores de presencia y pulsadores, como aparece en la figura 3.2.

	Pulsador de 1 canal
	Pulsador de 2 canales
	Pulsador de 4 canales
	Interface para pulsador, 4 canales
	Detector de Movimientos
	Actuador regulador

Llegado este punto, es necesario aclarar dos cuestiones importantes acerca de los pulsadores: En el Proyecto, los pulsadores no cierran físicamente el circuito de las luminarias en ningún caso. A diferencia lo que ocurre en una instalación convencional, cuando se acciona un pulsador, se envía una señal al autómata.

El autómata recibe dicha señal, la procesa y, si procede, envía una señal al contactor del grupo de luminarias que controla ese pulsador. Entonces el contactor cierra el circuito del grupo de luminarias y éstas se encienden.

Se han elegido pulsadores en vez de interruptores debido a su versatilidad. En caso de que fuera necesario, por ejemplo si se quisiera aumentar el grado de automatización del edificio instalando persianas controlables, no sería necesario añadir ningún pulsador. Bastaría distinguir, en los ya existentes, entre pulsaciones largas y pulsaciones cortas. Las primeras servirían para accionar las persianas, mientras que las segundas seguirían actuando sobre el sistema de control de la iluminación. El encargado de distinguir si una pulsación es corta o larga es el autómata.

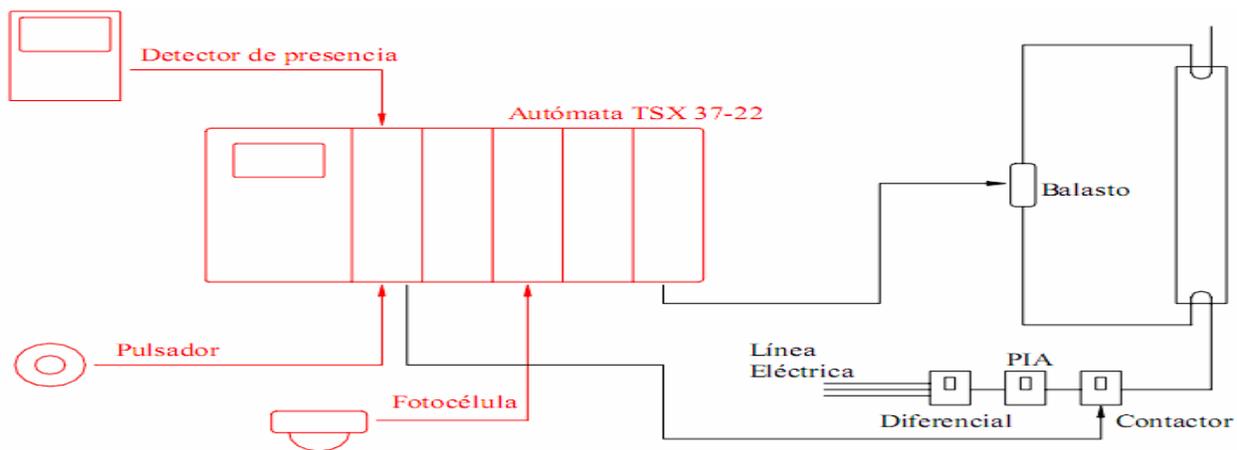


Figura. 3.2 Ubicación de los sensores.

Funcionamiento del sistema ante la caída del autómata.

Al observar el sistema anteriormente propuesto, se descubre que es totalmente vulnerable al fallo de cualquier autómata que constituye la instalación. En caso de fallo, la única forma de controlar el encendido y el apagado de los puntos de luz es accionando manualmente los contactores que, en cada planta, cierran el circuito de los puntos de luz.

Cuando el sistema está funcionando correctamente, la señal que llega a cada uno de los contactores desde el autómata de planta es la misma, puesto que dicha señal es generada con el mismo programa a partir de las mismas entradas.

Si el autómata falla, él mismo lo detecta y pone todas sus salidas a 0, con lo que las señales que llegan a los contactores controlados por el autómata que ha fallado abren los contactores.

En ese momento, puede producirse la siguiente situación:

- ✓ El fallo del autómata no afecta en absoluto al funcionamiento del sistema que, por tanto, responde satisfactoriamente ante la caída de un autómata.

Esquema global.

El autómata elegido para la instalación debe satisfacer una serie de requisitos,

Los principales son los siguientes:

- ✓ Ser capaz de gestionar el número de entradas y salidas que posee la instalación, del orden del centenar.
- ✓ Ser capaz de proporcionar una salida analógica que nos permita regular la intensidad luminosa de las luminarias.
- ✓ Poder ser conectado en red con otros autómatas similares y con un ordenador personal.
- ✓ Soportar un software que permita la gestión y el control de la instalación, es decir, que permita forzar un salida o consultar el valor de una entrada desde un ordenador compatible.

Cualquier fabricante de autómatas nos proporciona un autómata que satisfaga estas especificaciones. Se ha elegido el Autómata Micro TSX 37-22 de Schneider que cumple con las especificaciones y cuyo número de entradas y salidas es del orden del centenar, con lo que el autómata no está sobredimensionado.

Todos los autómatas de planta se encuentran conectados entre sí mediante una red FIPWAY de 1 Mbits/S que soporta el protocolo X-WAY. Además, se encuentran conectados a dicha red, y el ordenador personal encargado de la programación, supervisión y control del sistema. El protocolo X-WAY es el encargado de suministrar al sistema todos los servicios de monitorización y forzado de entradas y salidas.

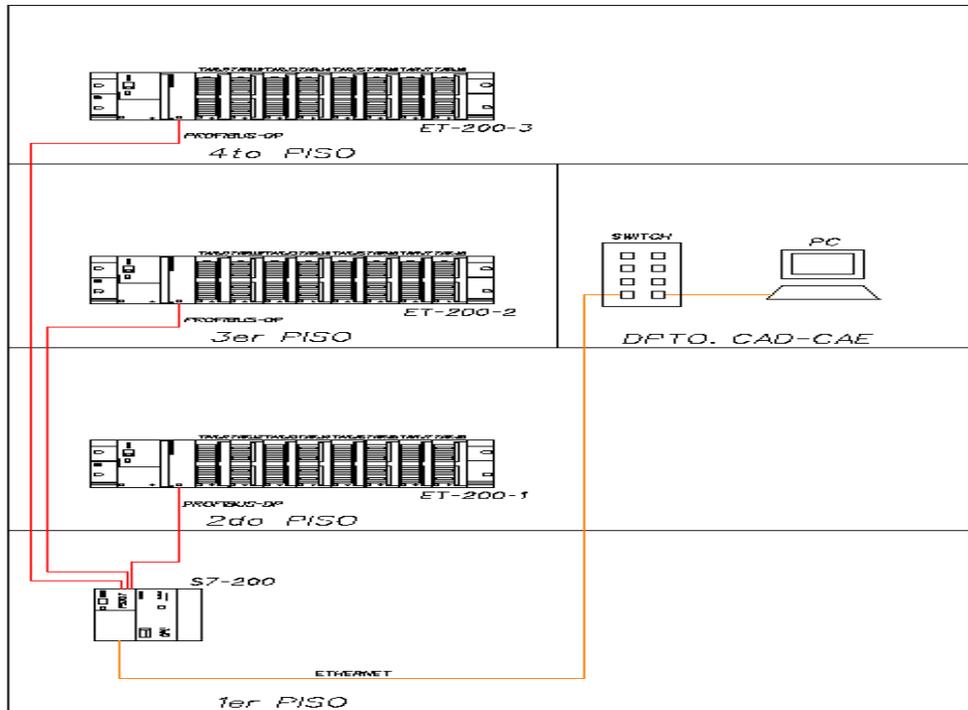


Figura. 3.3 El esquema del sistema

Los componentes necesarios para realizar las conexiones en la instalación son:

- 1 unidad TSX FP CA •00.
- 6 unidades TSX FP CG 0•0.
- 6 unidades FIPWAY TSX FPP 20.
- 2 unidades TSX FP ACC 7.
- 6 unidades TSX FP ACC 4.

Propuesta de control por niveles de la Empresa.

Para realizar la propuesta de las luminarias a controlar se tuvo en cuenta la mediciones realizadas en cada local, las normas NC 220 para iluminación de interiores que para este tipo de instalación es de 500 lux, existiendo variación del nivel de iluminación en las luminarias más cerca de las ventanas por lo que se propone regular el flujo de la misma y no la de todo el local.

Para el incremento del nivel de iluminación en los locales que no cumplían con las normas establecidas, se elevó hasta los 500 lux teniendo en cuenta una hoja de cálculo, **Anexo 3** y el software.

Tabla 3.1. Levantamiento de luminarias que serán gobernadas por PLC

	Local	Tipos de lámparas	Cantidad	Potencia (W)	Pot. Total (W)	Voltaje (V)	Corriente (I)
<i>1er nivel</i>	Construcción	Lámpara de 2* 32 W	4	68	272	120	2,79
<i>1er nivel</i>	Archivo T 1	Lámpara de 2* 32 W	3	68	204	120	2,09
<i>1er nivel</i>	Archivo T 2	Lámpara de 2* 32 W	2	68	136	120	1,39
<i>1er nivel</i>	Recurso Hum	Lámpara de 2* 32 W	3	68	204	120	2,09
<i>1er nivel</i>	J.R Humano	Lámpara de 2* 32 W	0	68	0	120	0
<i>1er nivel</i>	Finanzas	Lámpara de 2* 32 W	9	68	612	120	6,29
<i>1er nivel</i>	Comedor	Lámpara de 2* 32 W	0	68	0	120	0
<i>1er nivel</i>	Pasillo	Lámpara de 2* 32 W	0	100	0	120	0
<i>1er nivel</i>	Economía	Lámpara de 2* 32 W	3	68	204	120	2,09
<i>1er nivel</i>	J.Archivo	Lámpara de 2* 32 W	3	68	204	120	2,09
<i>1er nivel</i>	J.Seguridad	Lámpara de 2* 32 W	3	68	204	120	2,09
<i>1er nivel</i>	Baños	Lámpara de 1*18 W	0	25	0	120	0
					2040		
<i>2do nivel</i>	Geología	Lámpara de 2* 32 W	7	68	476	120	4,89
<i>2do nivel</i>	J.Minería	Lámpara de 2* 32 W	2	68	136	120	1,39
<i>2do nivel</i>	MAmb Mina	Lámpara de 2* 32 W	7	68	476	120	4,89
<i>2do nivel</i>	Topografía	Lámpara de 2* 32 W	7	68	476	120	4,89
<i>2do nivel</i>	Servic Proy 2	Lámpara de 2* 32 W	7	68	476	120	4,89
<i>2do nivel</i>	Arquitectura	Lámpara de 2* 32 W	7	68	476	120	4,89
<i>2do nivel</i>	Civil 1	Lámpara de 2* 32 W	7	68	476	120	4,89
<i>2do nivel</i>	Civil 2	Lámpara de 2* 32 W	7	68	476	120	4,89

2do nivel	J. Civil	Lámpara de 2* 32 W	2	68	136	120	1,39
2do nivel	Baños	Lámpara de 1*18 W	0	25	0	120	0
					3604		
3er nivel	Automática	Lámpara de 2* 32 W	7	68	476	120	4,89
3er nivel	Eléctrica	Lámpara de 2* 32 W	7	68	476	120	4,89
3er nivel	J. Eléctrica	Lámpara de 2* 32 W	2	68	136	120	1,39
3er nivel	Informática	Lámpara de 2* 32 W	7	68	476	120	4,89
3er nivel	Mecanica1	Lámpara de 2* 32 W	7	68	476	120	4,89
3er nivel	Mecanica2	Lámpara de 2* 32 W	7	68	476	120	4,89
3er nivel	Tecnología	Lámpara de 2* 32 W	7	68	476	120	4,89
3er nivel	S. División	Lámpara de 2* 32 W	2	68	136	120	1,39
3er nivel	Dtor. División	Lámpara de 2* 32 W	7	68	476	120	4,89
3er nivel	Baños	Lámpara de 1*18 W	0	25	0	120	0
					3604		
4to nivel	Contabilidad	Lámpara de 2* 32 W	7	68	476	120	4,89
4to nivel	J.Contabilidad	Lámpara de 2* 32 W	2	68	136	120	1,39
4to nivel	UAE	Lámpara de 2* 32 W	7	68	476	120	4,89
4to nivel	Gestión 1	Lámpara de 2* 32 w	7	68	476	120	4,89
4to nivel	Gestión 2	Lámpara de 2* 32 W	7	68	476	120	4,89
4to nivel	Calidad	Lámpara de 2* 32 W	7	68	476	120	4,89
4to nivel	S. Reuniones	Lámpara de 2* 32 W	7	68	476	120	4,89
4to nivel	Sect Dircc	Lámpara de 2* 32 w	4	68	272	120	2,79
4to nivel	Dtor Gral	Lámpara de 2* 32 W	3	68	204	120	2,09
4to nivel	Asesor Dtor	Lámpara de 2* 32 W	2	68	136	120	1,39
4to nivel	Baños	Lámpara de 1*18 W	0	25	0	120	0
					3604		

Con esta propuesta se controlarán por pisos las siguientes luminarias.

Tabla 3.2 Luminarias y sensores por niveles

Nivel	Luminarias a controlar	Sensores ópticos	Sensores	de
-------	------------------------	------------------	----------	----



			presencia.
1er	30	8	0
2do	53	16	7
3er	53	16	7
4to	53	16	7

Simulaciones con las nuevas propuestas



Figura. 3.4 Simulación del local de civil 1.

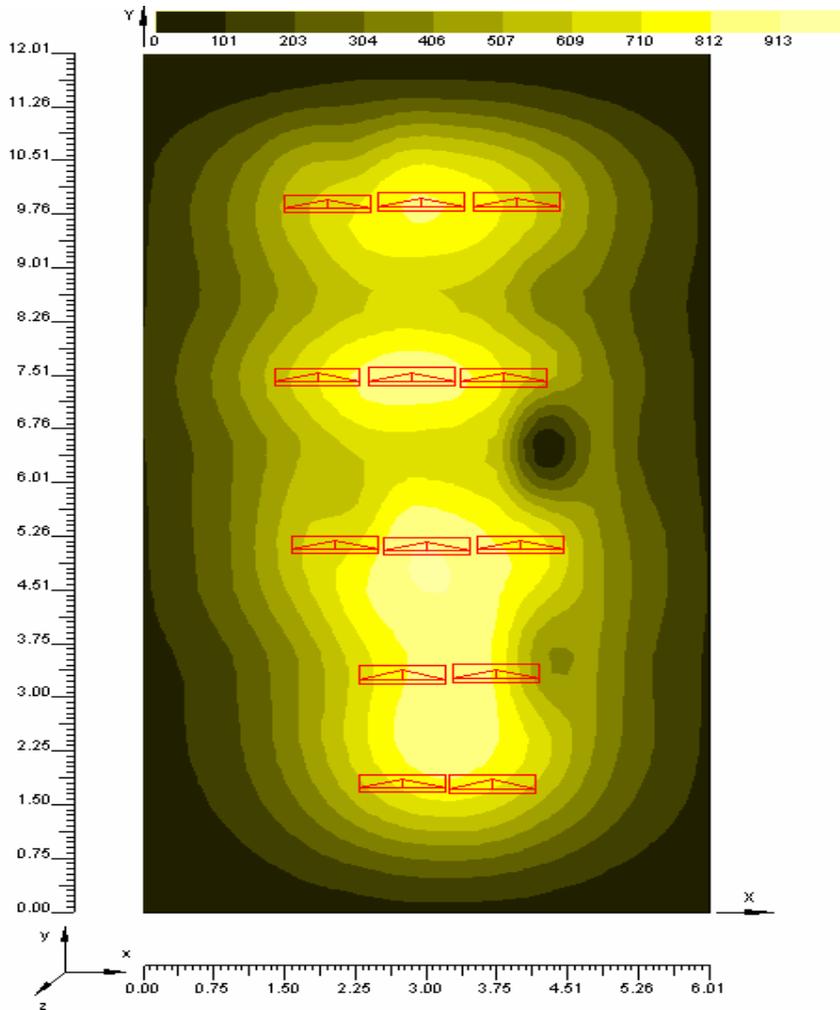


Figura.3.5 Nivel de iluminación que se proyecta sobre el plano de trabajo.

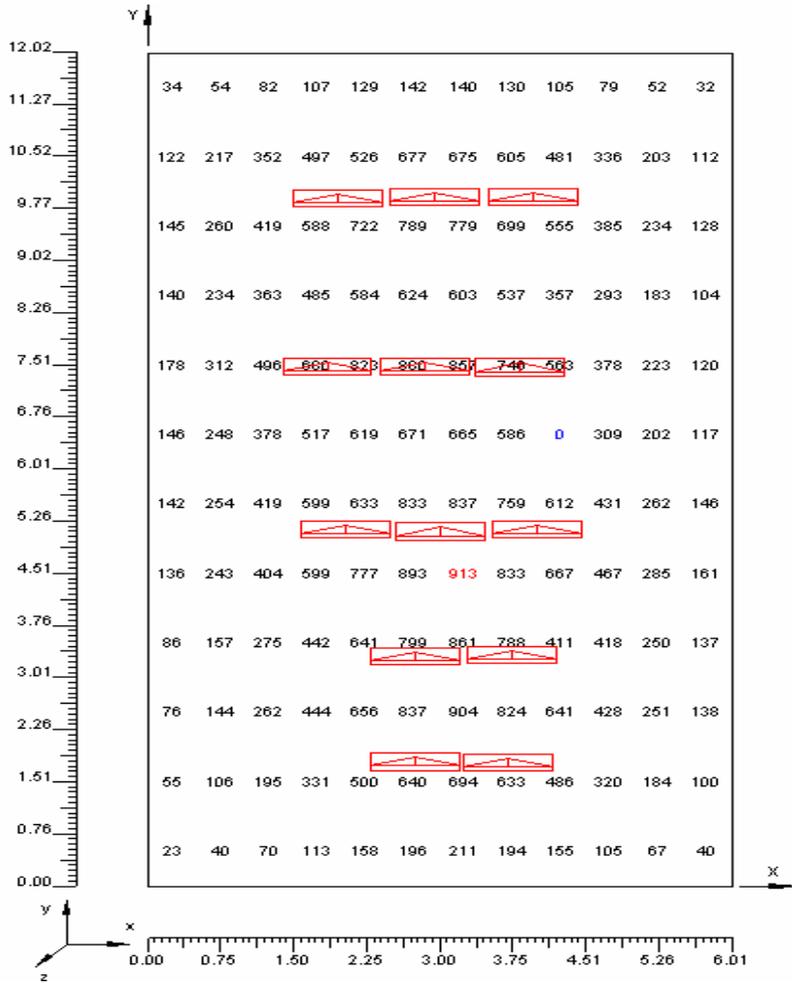


Figura. 3.6 Niveles de iluminación obtenidos por las luminarias.

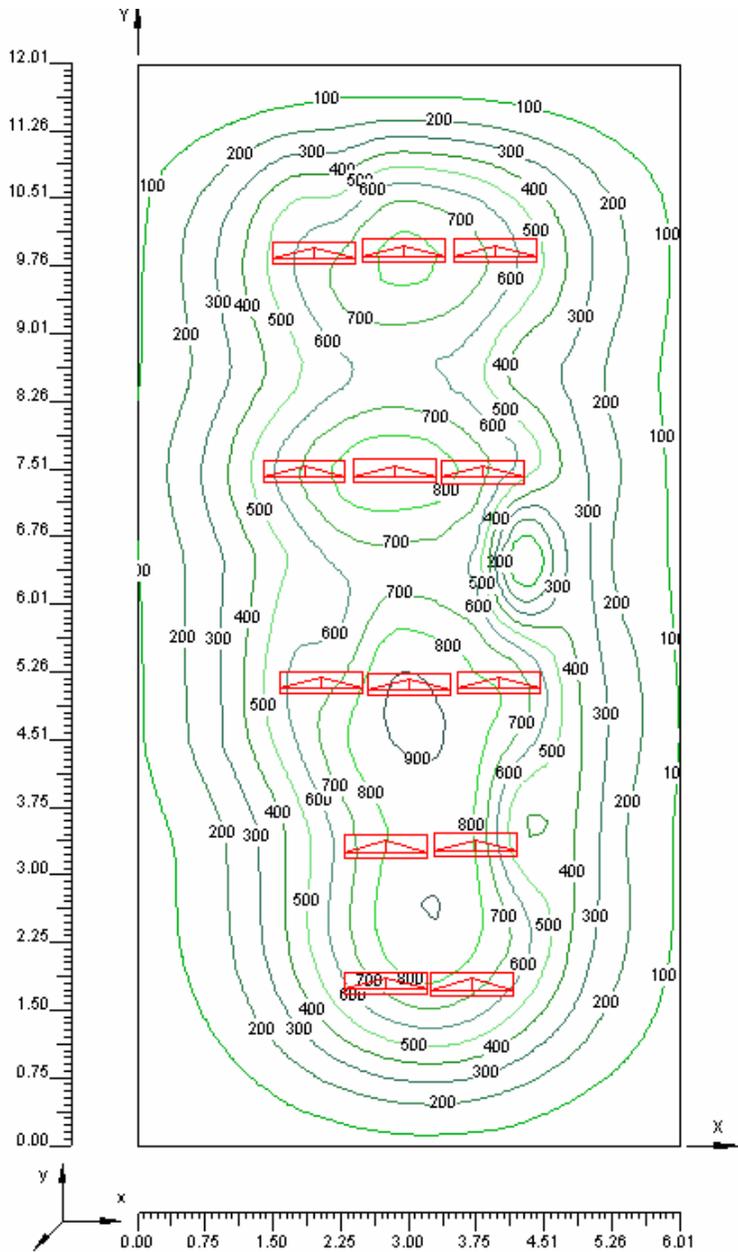


Figura. 3.7 Curva de distribución de las luminarias.

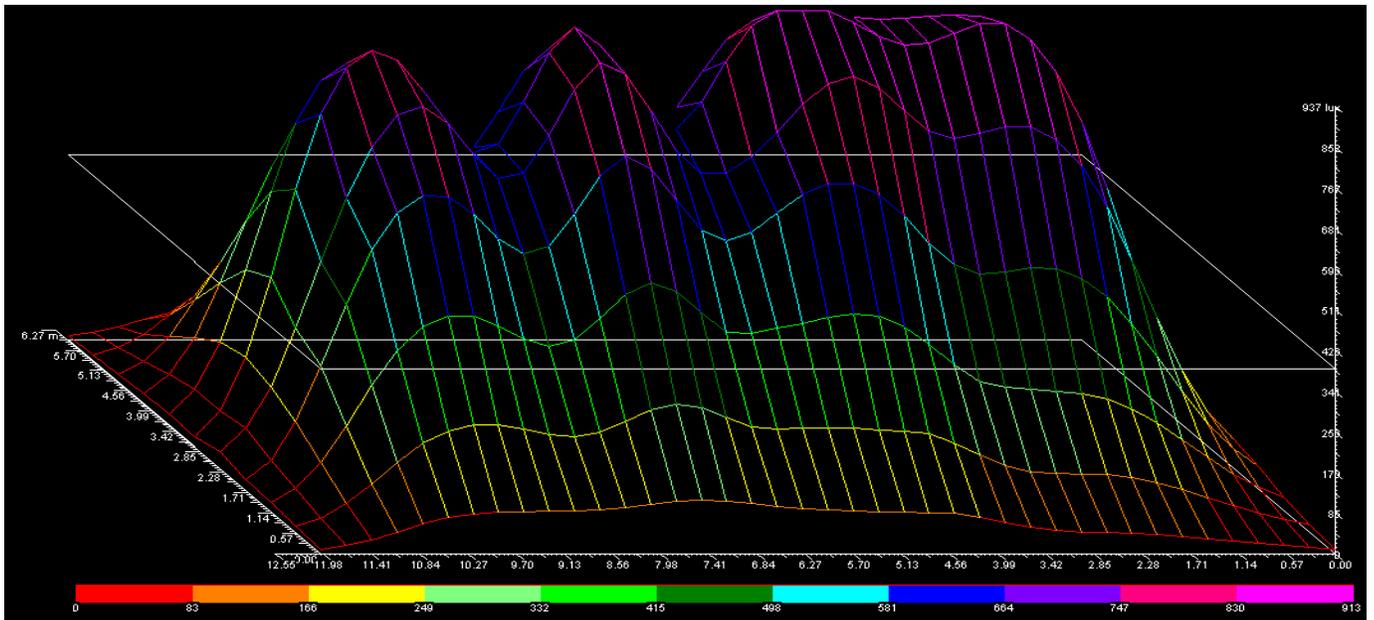


Figura. 3.8 Gráfico Tridimensional del punto de luz.

3.3. Análisis económico.

La valoración económica se realizó teniendo en cuenta el nuevo sistema de iluminación propuesto para la empresa.

Al sustituir Lámparas fluorescentes de 32 W y balastro electrónico por lámparas fluorescentes de 36 W y balastro electromagnético se ahorra 18 W.

Para el presente proyecto se han elegido las luminarias del tipo 'TL'5 por dos motivos:

- ✓ Son la alternativa tecnológicamente más avanzada, con varios años de implantación en el mercado y con precios a la baja.
- ✓ Funcionan a menor temperatura (10°C menos que las 'TL'D) lo que hace que, en verano, la carga de los equipos de aire acondicionado sea menor.

Al sustituir lámparas de Mercurio de 250 W por lámparas de Vapor de Sodio Alta Presión de 150 W se ahorra 100 W. Con el control inteligente ahorro el 50 % del consumo de las lámparas donde se encuentra instalado.

Se devalúa el 18% valor del USD para obtener el valor del CUC.

CEPRONIQUEL paga como promedio 0.016 ctvos CUC por cada kWh consumido.

Tiempo de funcionamiento por instalaciones.

Oficinas 8 horas promedio.

Viaria y exterior 11 horas promedio.

Se hace un análisis de consumo diario de la empresa a través de las lecturas del metro contador, se tiene en cuenta las pérdidas, el importe en CUC y el factor K.

Tabla 3.3 Análisis del consumo diario

Pérdidas		Lectura del Metro		Consumo KWh			Importe CUC	Factor K	Fatura total CUC
%	CUC	Anterior	Actual	Pérdidas	Activo	Total			
5,38	4,73	6 418,67	6 424,79	39,51	734,40	773,91	88,01	2,7235	217,74
5,38	5,41	6 424,79	6 431,78	45,13	838,80	883,93	100,52	2,7235	230,92
5,38	5,35	6 431,78	6 438,69	44,61	829,20	873,81	99,37	2,7235	229,71
5,38	2,95	6 438,69	6 442,50	24,60	457,20	481,80	54,79	2,7235	182,74
5,38	5,55	6 442,50	6 449,68	46,35	861,60	907,95	103,25	2,7235	233,80
5,38	2,82	6 449,68	6 453,32	23,50	436,80	460,30	52,34	2,7235	180,16
5,38	1,56	6 453,32	6 455,34	13,04	242,40	255,44	29,05	2,7235	155,61
5,38	4,59	6 455,34	6 461,27	38,28	711,60	749,88	85,27	2,7235	214,86
5,38	5,58	6 461,27	6 468,48	46,55	865,20	911,75	103,68	2,7235	234,26
5,38	4,96	6 468,48	6474,89	41,38	769,20	810,58	92,18	2,7235	222,14
5,38	5,08	6 474,89	6481,46	42,42	788,40	830,82	94,48	2,7235	224,56

El ahorro que se obtendrá por la nueva propuesta del control inteligente de alumbrado es de 123,76 kW diario, más otras medidas como son:

- Cambio de lámpara de 36 por 32 W, obteniéndose un ahorro de 3,054 kW diario.
- Cambio de lámpara de VMAP 250 W por VSAP 150 W en el alumbrado exterior, diario.

De todas estas medidas se obtiene que el ahorro será:

ahorro diario	134,76 kW	35,20 CUC
Ahorro mensual	4042,8 kW	844,92 CUC
Ahorro anual	49187,4 kW	10.139,08 CUC

Materiales necesarios para la instalación del sistema inteligente.
Tabla 3.4 Costo Total de materiales

Materiales	Cant	Unidad	Costo	Costo total CUC
Monoconductor de cobre, de sección 2,5 mm ² , con forro de PVC, V _{máx} 300 V	1000	M	9,08	302,82
CPU de Controlador lógico programable (PLC)	1	U	3.430,00	3.430,00
Concentrador de señales ET-200M	3	U	354,76	1.064,28
Manguera flexible de diámetro 1/2", de PVC	400	M	0,07	28,00
Sensor óptico para Lux	56	U	63,70	3.567,20
Sensor de presencia	21	U	29,40	617,40
Panel con Relex	4	U	147,00	588,00
Regleta de conexiones para montaje en panel	10	U	9,29	92,90
Canaleta de PVC, de 20x12 mm	80	M	1,62	129,60
Balastro electrónico para lámpara 32 W, Fluorescente	38	U	24,50	931,00
Lámpara de 32 W, fluorescente.	76	U	1,52	115,52
Lámpara de 150 W, de Vapor de sodio de alta presión	11	U	25,00	275,00
Gastos por mano de obra			650,00	650,00
			Total	11.791,72

Tiempo de Amortización

La inversión se recupera en aproximadamente 14 meses obteniéndose de este momento en adelante un ahorro según se mostró con anterioridad, por lo que es factible la aplicación de esta tecnología en esta empresa y otras del país.

$T \text{ amortización} = \text{Costo de la inv.} / \text{Ahorro en el año.}$

Costo de Inv. 11.791,72 CUC

Ahorro anual 10.139,08 CUC

Tiempo de amortización de 13 a 14 meses

3.4 Conclusiones

En este último capítulo se propuso el sistema de iluminación inteligente, el cual va a permitir un ahorro de energía hasta de un 30 ó 40%; se da solución a las deficiencias señaladas y se



realizó la simulación de la nueva propuesta demostrándose que es económicamente factible su implementación en esta empresa y otras en las que pueda aprovecharse la luz natural.

Conclusiones

- Se propone un sistema de iluminación inteligente que permite el ahorro de hasta un 30 ó 40%.
- Se demostró la factibilidad de la inversión al tener un tiempo de recuperación de alrededor 14 meses.
- Se realizaron los cálculos mediante los softwares de iluminación TROLL LITESTAR.5S3 y 7.00, INDALWIN, FACALU RSL y OXY TECH 2004 lo que permitieron comprobar los niveles de iluminación de las propuesta realizadas.
- Se realizó un análisis detallado de los sistemas instalado demostrándose que existe condiciones para convertir la instalación en un Edificio Inteligente.
- La metodología utilizada se sustenta en bases científicas, que permite hacer un análisis integral de los sistemas de iluminación teniendo en cuenta las deficiencias en la proyección del mismo.

Recomendaciones

- Que se evalué por parte de la Dirección de la Empresa los resultados obtenidos en este trabajo para su aplicación de forma escalonada.
- Realizar un estudio para la instalación de una Red de Monitoreo de la Energía Eléctrica.
- Utilizar los resultados de este trabajo para la formación de los estudiantes de Ingeniería Eléctrica.

Bibliografía

1. Alemany Barreras, A. Climatología, iluminación y acústica. Aplicación en la arquitectura. ISPJAE. Departamento de ediciones. 1986.
2. Análisis del Sistema de iluminación Viaria del municipio Moa 2005. Yunier Cabrera, Delroy George. Arambula González, R- Tesis Profesional- Procedimientos de diseños para iluminar exteriores –Universidad Iberoamericana México -1995.
3. Arámbula González, R- Tesis Profesional- Procedimientos de diseños para iluminar Exteriores – Universidad Iberoamericana México- 1995.
4. ATKIN, Brian (edit) (1988). **Intelligent buildings:** applications of IT and building automation to high technology construction projects, New York, John Wiley & Sons.
5. Catálogo de iluminación Effere (1995).
6. Catálogo General de iluminación Indalux 1995.
7. Catálogo General de la Luz Osram. 1998/1999.
8. COLECTIVO DE AUTORES. Gestión energética empresarial. Editorial universidad de Cienfuegos, 2002.
9. COLECTIVO DE AUTORES. *Gestión energética empresarial*. Editorial universidad de Cienfuegos, 2002.
10. COLECTIVO DE AUTORES. Temas especiales de sistemas eléctricos industriales. Editorial universidad de Cienfuegos, 2002.
11. COLECTIVO DE AUTORES. *Temas especiales de sistemas eléctricos industriales*. Editorial universidad de Cienfuegos, 2002.
12. Comisión Internacional de Iluminación. Cálculos para Iluminación Interior. Método Aplicado. Publicación de la CIE 52 (1982).

13. Comisión Internacional de Iluminación. Guía de Iluminación Interior. Publicación de la CIE 29.2 (1986).
14. Comité Español de Iluminación y Instituto para la diversificación y Ahorro de Energía, Cuadernos de Eficiencia Energética en Iluminación; Miner 1996. ISBN: 84-86850-73-8.
15. Conferencia del Comité Electrónico Cubano (1997).
16. Contaminación lumínica .<http://www.14.brinkster.com./luminica/>.1998.
17. Contaminación lumínica. [http:// www14.brinkster. com. /lumínica/](http://www.14.brinkster.com./lumínica/).1998.
18. Eficiencia de los sistemas de iluminación Moa 2002. Odalis Robles Laurencio.
19. Eficiencia del sistema de iluminación de la planta Termoeléctrica Cdte. Pedro Sotto Alba. Moa 2007. Suraima Pavón Herrera, Yarima Marisma frometa.
20. Eficiencia del Sistema de Iluminación Exterior para garantizar la seguridad en la Empresa Ernesto Che Guevara de la Serna 2004. Oscar Figueroa.
21. Eficiencia en los sistemas de Iluminación. Robin Louis.2008.
22. Enciclopedia luminotécnica. Este material recoge todos los conceptos luminotécnicos actuales.
23. Equipos auxiliares para lámparas de descarga. Antonio Vela Sánchez, Juan José Garrido Vázquez.
24. FEODOROV; RODRIGUEZ LÓPEZ, EDUARDO. Suministro eléctrico de empresas industriales. La Habana Pueblo y Educación, 1982.
25. Ferreiro, Mason, P Ahorro de Energía Eléctrica en Iluminación.
26. Ferrero Andréu, LI. Optimización de la Eficiencia Energética en Iluminación.
27. GERARD, Allan & ASH, Joel (1990). **Premises Wiring for the Information Age**, Computer Technology Research Corp.



28. GONZALEZ JORDAN, R.; Ahorro de energía en Cuba. La Habana: Editorial científico – técnica, 1986.
29. GONZALEZ JORDAN, R.; *Ahorro de energía en Cuba*. La Habana: Editorial científico – técnica, 1986.
30. GOUIN, Michelle D. & CROSS, Thomas B. (1986). **Intelligent buildings: strategies for technology and architecture**, Dow Jones-Irwin.
31. <http://www.Panasonic.com>
32. **IBI Newsletter** (1993). The Intelligent Building Institute, volumen 2, Nº 3, Junio.
33. **IBI Newsletter** (1993). The Intelligent Building Institute, volumen 2, Nº 5, Octubre.
34. Illuminating Engineering Society of North America; Lighting Handbook. Reference and Application;
35. Illuminating Engineering Society of North America; Lighting Handbook. Reference and Application;
36. Información y Tecnología. Domótica; La Casa Inteligente de Premià de Mar; Institut Català d'Energia 1992. ISBN: 84-393-1915-0.
37. Instalaciones de Alumbrado .<http://bdd.unizar.es/pag2/tomo2/tema8/8htm.2000>.
38. J.I. Urraca Piñeiro: Tratado de alumbrado público. Ed: Donostiarra, S.A. Luminotécnica. <http://www.cepri.cl/iku.1998>.
39. Manual de alumbrado Edición Revolucionaria (Traducción al Castellano del manual de Alumbrado Westinghouse.1986.
40. Manual de alumbrado Edición Revolucionaria (Traducción al Castellano del manual de Westinghouse.1986



41. Manual de Procedimiento para el Diseño y Cálculo de una Instalación de Alumbrado. Centros de Proyectos del Níquel. 1999.
42. MARTINEZ Jorge L; Control de Procesos Industriales; Universidad de Málaga 1996.
43. Masorra, Jironella (1986). Suministro Eléctrico Industrial.
44. Metodología para el análisis Integral de los sistemas de iluminación 2002. Omar Hidalgo Pérez.
45. Norma Cubana. Compatibilidad electromagnética (EMC). Parte 6. NC IEC 61000-6:2003.
46. Norma Cubana. *Compatibilidad electromagnética (EMC). Parte 6.* NC IEC 61000-6:2003.
47. Norma Cubana. *Iluminación de puesto de trabajo en interiores.* NC ISO 8995/CIE S 008:2003.
48. Norma Cubana. Requisitos de diseño para la eficiencia energética—parte 3: Sistemas y equipamiento de calefacción, ventilación y aire acondicionado. NC-TS 220-3: 2005.
49. Osram; Iluminación y Ahorro de Energía. Conceptos Compatibles; Osram 1996.
50. Philips Lighting Ibérica 1995.
51. Philips Lighting Ibérica; Catálogo Alumbrado Interior y Decorativo Profesional 1998/1999; Philips Lighting Ibérica 1998.
52. Philips Lighting Ibérica; Sistemas de Alumbrado. TRIOS Controlador de Luz Multifuncional. Manual Técnico de Aplicación;
53. Proyecto D.I.P.; Estudio de Mercado sobre la Domótica. Fondo de Formación Asturias. 2.091/97.
54. REDONDO QUINTERO, F.; GARCIA ARÉVALO, J. M; N. REDONDO MELCHOR.; Desequilibrio y pérdidas en instalaciones eléctricas. [En línea] [2003-01-09].
55. Representación de las Características luminosas de las Lámparas y Luminarias 2002.



56. Representación de las características luminosas de las lámparas y luminarias 2002.
57. Revista Ingeniería de la Iluminación (reimpresión) Mayo, Junio 1967.
58. Simón; Manual Técnico de Instalación Vivienda Inteligente Simón; Simón 1996.
59. Sistema eléctrico para lámparas de descarga. Antonio Vela Sánchez, Juan José Garrido Vázquez.
60. Téllez Ramírez Eugenio, Distorsión Armónica. 2006

CD-ROM

Domótica. D.I.P. CD-ROM.

Catálogo Philips Alumbrado 99. CD-ROM.

Catálogo interactivo de series de empotrar Merten. CD-ROM

Lighting Programme 1999/2000. CD-ROM.

Sitios Web

www.domodesk.com.

www.eiba.com.

www.inty.com.

www.dinitel.es.

www.camba.com.

www.lsde-ing.com



Relación de Anexos

Anexo 1. Modelo para la evaluación del grado de 'inteligencia' de la edificación

Anexo 2. Resultados de las mediciones

Anexo 3. Hoja de Calculo para realizar la nueva propuesta.

Anexo 4. Levantamiento de lámparas instaladas.

Anexo 5. Plano de ubicación de las luminarias

Anexo 1. Modelo para la evaluación del grado de 'inteligencia' de la edificación

Datos del edificio:

Ubicación. **Carretera Moa Sagua Km. 1 ½ , Moa, Holguín, Cuba**

Dimensiones físicas (características espaciales). **42x12.35 m**

Uso **Oficinas.**

Estacionamientos **96x24** metros,

Áreas comunes **42x24** metros.).

Normas, regulaciones y consideraciones especiales para el diseño. **NC 220**

Características del terreno (dimensiones físicas, estudio de suelo, perforaciones,...).

Los suelos de Moa se caracterizan por su color rojo púrpura, estando situados dentro de la región más extensa de suelos ferríticos de la isla, sobre macizos de rocas ultra básicas serpentinizadas. Representan en Cuba los perfiles que han sufrido un intemperismo más intenso y un mayor grado de evolución en las distintas etapas de su desarrollo (Inst. de suelo 1973).

Este tipo de suelos se puede caracterizar como:

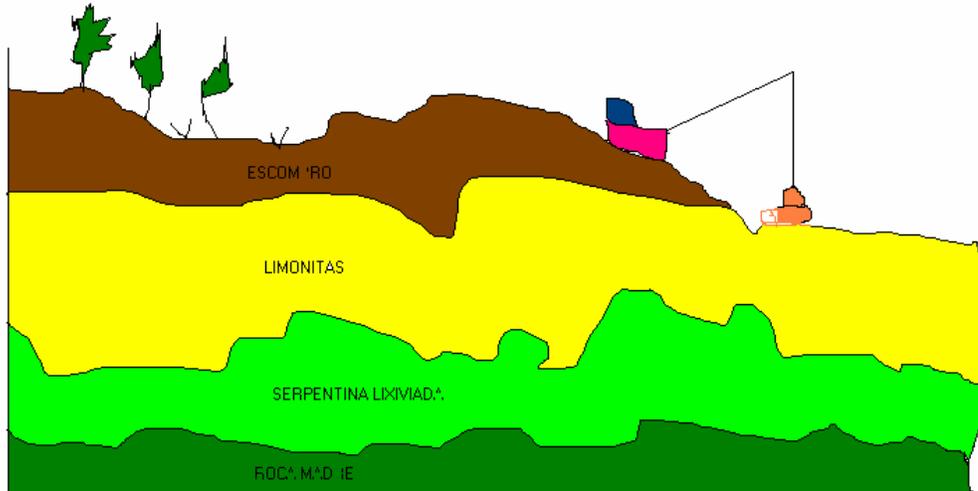
- Suelos profundos.
- De baja fertilidad.
- *De buen drenaje interno y gran parcelación del agua.*
- *Muy friables.*

Tienen PH ligeramente ácido a medianamente ácido, siendo la acidez mayor en la superficie que en la profundidad.

Por otro lado es de mencionar la aparición de surcos erosivos y cárcavas, siendo el grado superior del proceso de erosión que se manifiesta en estos suelos.

Una de las causas principales en la ruptura del equilibrio ecológico en esta región es la minería a cielo abierto, entre otros de menor importancia, teniendo en cuenta el impacto ambiental que provocan en estos suelos. Todo esto está en estrecha relación con las propiedades físico-mecánicas propias de éstos.

PERFIL TÍPICO DE LAS LATERITAS CUBANAS



Características estructurales:

Sistema estructural resistente a cargas horizontales: en el sentido transversal, la estructura es más resistente a este tipo de acciones, ya que posee tímpanos que aportan rigidez y ayudan a una mejor respuesta estructural, no ocurriendo lo mismo en el sentido longitudinal.

Materiales básicos de la estructura: El sistema constructivo del edificio es: Sistema Prefabricado Girón.

Tabiquería: Plástico en algunos locales.

Sistemas de circulación vertical y horizontal: Existe una escalera central que comunica los cuatro niveles que componen el edificio y en cada uno de estos hay pasillos a lo largo de toda la edificación.

Acabados: Piso de baldosas de terrazo y falso techo de yeso.

Riesgo sísmico: Alta vulnerabilidad en caso de sismo de gran intensidad, principalmente en la dirección menos rígida del edificio (sentido longitudinal).

Sistemas de automatización del edificio:

Sistemas de control de temperatura y sistema mecánico:

Análisis del sistema diseñado:

¿Se han establecido los valores de temperatura óptimos de funcionamiento para las distintas áreas? **No**

¿Existe un programa óptimo diario y semanal de operación para los equipos? **Sí, lo lleva el energético**

¿Se han determinado las temperaturas a las que opera el edificio en horas de alta, media y baja ocupación? **No**

¿Se emplea aire externo para ventilación del edificio? **No**

¿Existen dispositivos de control para los sistemas? **No**

¿Existe control para el sistema de HVAC durante la noche, festivos y fines de semana? **No**

¿Los sistemas de arranque y apagado se efectúan según algún programa de control óptimo? **No, se realiza manual, desde la Pizarra general de fuerza.**

¿Existe algún programa de mantenimiento preventivo o periódico? **si**

Características de los equipos del sistema de calefacción, extracción, ventilación y aire acondicionado (fabricante, modelo, serial, tipo, características eléctricas, sistemas de control y automatización relacionados).

Características de las bombas (sistema hidroneumático, sistema contra incendio, aguas negras, aguas de lluvia.) **No hay**

Características de los motores (ventiladores, extractores, condensadores, compactadoras.) **No hay**

Nivel de integración con los demás sistemas. **No hay**

Sistema de iluminación:

Análisis del sistema diseñado:

¿Se han establecido los niveles de iluminación óptimos para las distintas áreas? **Sí**

¿Se han establecido los índices de reproducción del color óptimo para las distintas áreas? **No**

¿Se han establecido los niveles de temperatura del color óptimos para las distintas áreas? **No**

¿Se ha analizado las edades de los usuarios de las distintas áreas? **Sí**

¿Existe un programa óptimo diario y semanal de operación para los equipos? **No**

¿Se han determinado los niveles de iluminación artificial y natural en los diferentes horarios del día? **Sí**

¿Se emplea la iluminación natural? **No**

¿Existen dispositivos de control para los sistemas? **No**

¿Existe control para el sistema de iluminación durante la noche, festivos y fines de semana? **No**

¿Los sistemas de encendido y apagado se efectúan según algún programa de control óptimo?

No

¿Existe algún programa de mantenimiento preventivo o periódico? **Sí**

Nivel de integración con los demás sistemas.

Infraestructura de Seguridad y Contra Incendio:

(Análisis de áreas críticas, Características)

Los detalles de los sistemas de seguridad, contra incendio y ascensores dependen principalmente del tipo de usuario en particular.

Sistemas de emergencia de energía eléctrica.

(Análisis de áreas críticas, Fuentes de poder ininterrumpida).

Nivel de integración con los demás sistemas. **No**

Infraestructura de Telecomunicaciones:

Sistema de cableado:

Análisis detallado del sistema de cableado del edificio, y de los servicios y facilidades existentes o próximas a instalar.

- **Sistema de cableado horizontal:**

Para el cableado horizontal se propone una distribución de puestos de red dobles a razón de uno cada 1,5 m aproximadamente como se muestra en los anexos, para esto se utilizará cable UTP Cat.5e, que permite tasas de transmisión de hasta 1Gbps, y rosetas de representación de pared de dos puestos Cat 5e., el equipamiento activo y pasivo que se propone utilizar en la propuesta se describe en el siguiente acápite del presente informe.

Sistema de voz:

Para el sistema de telefonía se utilizará la ubicación de los puestos de red mencionados anteriormente que permitirá el uso de la misma ubicación tanto para telefonía tradicional como para telefonía VoIP. Para la distribución de la telefonía se propone utilizar cable multipar de 100 pares que enlazarán el MDF central con cada uno de los puntos de distribución ubicados en los pisos, que permitirá la conexión de 50 extensiones telefónicas de la pizarra existente en la

empresa, en cada uno de los pisos. Para la distribución en los pisos se proponen dos variantes, una inicial con la utilización de cajas de distribución de 100 pares para representar cada extensión telefónica y enlazarlo con el cable proveniente del MDF, con la cual el proyecto sería menos caro, y la segunda variante se basa en la utilización de Patch Panel de 24 puertos Cat. 5e para la representación de las extensiones en los pisos lo que sin dudas trae como principal ventaja la reutilización del mismo montaje para un paso a telefonía VoIP.

Análisis de los servicios y facilidades de voz.

(Equipos de telefonía; Servicios de llamadas locales; Servicios de llamadas de larga distancia; Mantenimiento y administración)

Sistema de redes de datos:

- Análisis de los servicios y facilidades de transmisión de datos (redes de área local, ISDN).
- Principales características de las centrales telefónicas (PBX) modernas son: reducción en costos de comunicaciones, selección de rutas automática. identificación automática de velocidades, conversión de protocolos y formatos, unidad de interfaz digital, reporte detallado de llamadas por estación, códigos de autorización para servicios especiales, alternativas para servicios de larga distancia, tarificación simplificada y detallada, correo de voz, configurable mediante 'software', fuente de poder ininterrumpida.

Nivel de integración con los demás sistemas.

En todos los sistemas anteriores deben evaluarse las siguientes características:

	Alto	Medio	Bajo
Capacidad			
Acceso			
Flexibilidad			
Confianza			
Control de Acceso			
Seguridad Contra Incendio			
Eficiencia			

Donde los niveles 'alto', 'medio' y 'bajo' dependen de las características de los sistemas evaluados.

Costos reales de operación

Depreciación:

En los cálculos de depreciación de los equipos es importante considerar el ajuste por inflación, el ajuste por partes móviles, y los años de vida útil.

Consumo energético anual:

Electricidad, gas, y otros.

Se debe hacer un análisis de la factibilidad técnica y económica de ahorro energético.

Consumo en telecomunicaciones:

Teléfonos, fax, video-conferencias, ...

Se debe hacer un análisis de la factibilidad de obtener ahorro en el área de telecomunicaciones (por ej. servicios compartidos).

Personal interno:

Incluye el personal de mantenimiento y seguridad permanente.

Herramientas, equipos, repuestos menores y materiales varios.

Contratación externa:

Para obtener un promedio aproximado de la empresa es aconsejable incluir el promedio anual de los últimos 2 años de todos los contratos externos. Lo cual incluye contratos de mantenimiento a los distintos sub-sistemas, reparaciones, emergencias, asesorías y estudios técnicos.

Administración:

Abarca todo lo referente a gastos de administración del sistema, incluyendo recursos humanos, infraestructura y gastos involucrados.

Reparaciones mayores:

Se refiere a los costos de reparaciones mayores efectuados a los equipos por terceros, debido a siniestros, fallas, u otras causas.

Costos adicionales:

Abarcan cualquier otro costo adicional a los mencionados anteriormente.

Niveles de satisfacción

Para los niveles de satisfacción se recomienda manejar seis diferentes niveles de ambientes:



El ambiente inmediato al individuo (incluyendo sensibilidad, ropa y actividad); Bueno

El ambiente creado con la estación de trabajo; bueno

El ambiente creado por un grupo de estaciones de trabajo; bueno

El ambiente de todo un piso del edificio; bueno

El ambiente alrededor del edificio; bueno

Dependiendo de los resultados obtenidos, y del grado de interacción con los usuarios, se obtendrá un mayor o menor conocimiento para la evaluación del grado de 'inteligencia' del edificio.

Anexo 2 Mediciones en el horario de la mañana

Local	N		P			Q			T				R					Emed		
	N lum largo	NL ancho L	P1	P2	Pm	Q1	Q2	Qm	T1	T2	T3	T4	Tm	R1	R2	R3	R4			Rm
Construcción	4	3	240	350	295	590	200	395	430	230	220	140	255	530	340	350	420	410	370,83333	1er piso
Archivo T 1	3	3	270	90	180	520	210	365	200	210	120	180	177,5	370	290	280	240	295	271,66667	1er piso
Archivo T 2	3	3	50	200	125	90	340	215	70	70	50	100	72,5	210	200	160	160	182,5	158,88889	1er piso
Recurso Hum	3	3	50	60	55	140	120	130	40	60	70	140	77,5	100	140	120	70	107,5	100	1er piso
J.R Humano	1	2	40	50	45	50	40	45	30	40	45	35	37,5	70	60	80	50	65	41,25	1er piso
Finanza	3	3	580	250	415	700	520	610	510	360	460	260	397,5	630	720	480	590	605	538,88889	1er piso
Comedor	4	2	390	720	555	660	150	405	260	360	120	180	230	320	580	290	320	377,5	391,5625	1er piso
Pasillo	6	2	1000	200	600	1500	500	1000	300	180	120	190	197,5	500	340	420	380	410	653,95833	1er piso
Economía	2	2	380	160	270	120	180	150	170	140	220	240	192,5	250	210	260	290	252,5	216,25	1er piso
J.Archivo	2	1	400	120	260	100	170	135	190	150	200	180	180	260	220	280	300	265	197,5	1er piso
J. de Personal	2	1	370	150	260	120	140	130	200	190	160	110	165	250	290	230	270	260	195	1er piso
Geología	5	3	440	420	430	620	650	635	180	290	310	390	292,5	580	590	770	830	692,5	606,33333	2do piso
J.Minería	2	1	300	210	255	280	200	240	360	310	250	450	342,5	390	360	290	510	387,5	247,5	2do piso
M Amb- Minas	5	3	360	540	450	400	380	390	200	290	250	220	240	600	640	610	650	625	499,33333	2do piso
Topografía	5	3	330	280	305	780	180	480	170	260	330	330	272,5	680	480	670	680	627,5	519,33333	2do piso
Servicio Proy 2	5	3	120	290	205	310	550	430	240	210	230	270	237,5	590	650	490	500	557,5	457,33333	2do piso
Arquitectura	5	3	370	250	310	660	470	565	400	330	260	150	285	700	550	600	520	592,5	525,33333	2do piso
Civil 1	5	3	230	290	260	250	460	355	160	180	300	250	222,5	490	220	550	360	405	357,66667	2do piso
Civil 2	5	3	110	290	200	120	220	170	130	150	160	160	150	200	270	300	280	262,5	218,66667	2do piso
J.Civil	2	1	240	320	280	220	310	265	270	900	320	350	460	450	430	500	380	440	272,5	2do piso
Automatica	5	3	760	490	625	650	760	705	310	320	300	370	325	680	720	680	660	685	638,33333	3er piso
Eléctrica	5	3	270	370	320	470	580	525	300	290	220	300	277,5	510	610	620	520	565	499,66667	3er piso
J.Eléctrica	2	1	410	250	330	370	350	360	270	220	290	330	277,5	480	440	400	380	425	345	3er piso
Informática	5	3	220	170	195	460	310	385	260	60	210	210	185	410	460	400	330	400	353,66667	3er piso
Mecanica1	5	3	170	260	215	340	370	355	280	240	290	230	260	580	530	460	580	537,5	430,33333	3er piso
Mecanica2	5	3	510	650	580	910	790	850	360	320	240	280	300	580	520	610	490	550	598,66667	3er piso
Tecnología	5	3	350	290	320	790	610	700	230	220	230	270	237,5	510	480	450	340	445	477	3er piso
S.División	2	2	280	220	250	240	270	255	160	350	350	320	295	360	470	490	430	437,5	309,375	3er piso
Dtor.División	3	2	320	1000	660	300	180	240	380	650	320	450	450	350	430	500	400	420	405	3er piso
Contabilidad	5	3	1000	580	790	820	680	750	220	260	100	140	180	380	310	270	240	300	436,66667	4to piso
J.Contabilidad	2	1	160	180	170	230	240	235	130	270	150	230	195	290	310	320	390	327,5	202,5	4to piso
UAE	5	3	200	800	500	230	660	445	110	210	480	180	245	340	360	480	350	382,5	388,66667	4to piso
Gestión 1	5	3	360	570	465	680	840	760	270	280	240	320	277,5	520	410	610	640	545	561,33333	4to piso
Gestión 2	5	3	330	390	360	520	370	445	240	250	190	130	202,5	540	470	410	330	437,5	403	4to piso
Calidad	5	3	440	420	430	840	800	820	330	230	220	280	265	410	430	430	260	382,5	486,66667	4to piso
S.Reuniones	4	3	290	450	370	210	320	265	120	180	130	110	135	490	520	510	530	512,5	375,83333	4to piso
Sect Dircc	4	1	200	90	145	190	130	160	150	170	170	150	160	230	210	260	270	242,5	156,25	4to piso
Dtor Gral	3	2	380	1000	690	530	900	715	430	800	660	900	697,5	1000	620	640	580	710	706,25	4to piso
Asesor Dtor	1	2	230	300	265	300	390	345	300	750	790	170	502,5	300	500	410	300	377,5	383,75	4to piso

Mediciones en el horario de la tarde

Local	N		M		P			Q			T					R					Emed		
	lum	largo	NL	ancho	L	P1	P2	Pm	Q1	Q2	Qm	T1	T2	T3	T4	Tm	R1	R2	R3	R4			Rm
Construcción	4		3			430	620	525	510	770	640	500	540	900	680	655	740	1800	950	1600	1272,5	949,16667	1er piso
Archivo T 1	3		3			510	120	315	900	320	610	250	320	250	270	272,5	720	440	260	340	440	426,66667	1er piso
Archivo T 2	3		3			50	90	70	150	90	120	80	250	130	80	135	120	130	240	170	165	137,77778	1er piso
Recurso Hum	3		3			50	100	75	110	90	100	50	40	60	40	47,5	160	230	80	120	147,5	106,66667	1er piso
J.R Humano	1		2			30	50	40	60	50	55	60	40	50	40	47,5	90	80	80	100	87,5	43,75	1er piso
Finanza	3		3			520	200	360	490	450	470	450	270	310	270	325	650	660	530	660	625	494,44444	1er piso
Pasillo	6		2			110	1800	955	410	2600	1505	100	80	76	70	81,5	80	115	180	450	206,25	799,39583	1er piso
Comedor	4		2			370	1400	885	800	650	725	300	380	330	290	325	480	580	260	310	407,5	575,9375	1er piso
J.Economía	2		1			850	200	525	180	170	175	120	180	150	100	137,5	340	230	280	250	275	350	1er piso
J.Archivo	2		1			560	300	430	200	150	175	150	190	200	130	167,5	300	250	340	370	315	302,5	1er piso
Puesto Mando	2		1			400	280	340	150	230	190	120	140	300	280	210	320	350	300	290	315	265	1er piso
Geología	5		3			440	360	400	560	630	595	310	310	340	650	402,5	590	370	440	560	490	500,33333	2do piso
J.Minería	2		1			210	250	230	290	160	225	510	310	280	160	315	420	350	240	380	347,5	227,5	2do piso
M Amb- Minas	5		3			320	380	350	290	130	210	210	220	230	260	230	540	480	670	420	527,5	391,33333	2do piso
Topografía	5		3			350	210	280	670	460	565	340	290	130	240	250	540	400	520	670	532,5	486,66667	2do piso
Servicio Proy 2	5		3			130	210	170	280	420	350	260	150	230	180	205	550	570	390	610	530	414,66667	2do piso
Arquitectura	5		3			290	320	305	350	340	345	390	180	360	260	297,5	470	610	670	550	575	458,66667	2do piso
Civil 1	5		3			220	210	215	180	380	280	110	140	200	260	177,5	210	430	480	250	342,5	295,33333	2do piso
Civil 2	5		3			100	160	130	130	90	110	150	180	110	120	140	200	210	260	180	212,5	170	2do piso
J.Civil	2		1			200	580	390	130	450	290	500	200	230	240	292,5	280	340	370	300	322,5	340	2do piso
Automatica	5		3			280	700	490	550	500	525	300	400	230	270	300	540	570	510	520	535	498	3er piso
Eléctrica	5		3			290	180	235	520	300	410	110	180	220	280	197,5	610	500	530	370	502,5	419,33333	3er piso
J.Eléctrica	2		1			350	250	300	420	380	400	340	310	330	360	335	400	470	380	300	387,5	350	3er piso
Informatica	5		3			310	130	220	620	240	430	330	620	160	160	317,5	180	190	230	500	275	318,33333	3er piso
Mecánica1	5		3			150	140	145	300	320	310	250	380	200	190	255	490	520	550	300	465	374,33333	3er piso
Mecánica2	5		3			270	230	250	510	490	500	240	250	180	230	225	420	450	570	540	495	444	3er piso
Tecnología	5		3			210	200	205	530	420	475	210	260	200	280	237,5	380	400	420	450	412,5	392	3er piso
S.División	2		2			140	220	180	220	270	245	390	400	190	360	335	480	490	430	470	467,5	306,875	3er piso
Dtor.División	3		2			220	550	385	180	100	140	270	300	340	230	285	360	410	520	600	472,5	315,83333	3er piso
Contabilidad	5		3			860	400	630	750	480	615	390	290	150	280	277,5	290	370	160	380	300	403	4to piso
J.Contabilidad	2		1			320	990	655	340	580	460	320	680	340	450	447,5	500	450	370	410	432,5	557,5	4to piso
UAE	5		3			370	450	410	420	450	435	250	220	150	170	197,5	520	460	380	310	417,5	392,33333	4to piso
Gestión 3	5		3			560	410	485	840	520	680	260	210	300	360	282,5	730	680	420	640	617,5	580,66667	4to piso
Gestión 4	5		3			310	240	275	430	280	355	230	400	160	120	227,5	610	510	330	360	452,5	384,66667	4to piso
Calidad	5		3			360	270	315	610	460	535	320	210	210	270	252,5	470	460	470	370	442,5	433,33333	4to piso
S.Reuniones	4		3			420	100	260	160	260	210	110	100	150	260	155	500	570	620	530	555	377,5	4to piso
Sect Dircc	4		1			450	80	265	540	160	350	250	250	140	240	220	370	400	300	280	337,5	328,75	4to piso
Dtor Gal	3		2			280	690	485	420	750	585	370	150	290	300	277,5	770	670	480	480	600	522,08333	4to piso
Asesor Dtor	1		2			260	800	530	240	440	340	150	330	240	480	300	370	410	390	360	382,5	415	4to piso



Anexo 3

Calculo del 1-2-3 y 4to Nivel

Alt, Util	Calculo del 1-2-3 y 4to Nivel										Nivel +3.05	
2,5	LOCAL	LARGO	ANCHO	CANT. L	N. LUMINOSO	LUM. X LAMP.	K	C.CONSERV.	C.UTIL	Rend	Cant. Lumn.	Tipo de L.
Comedor	12,5	9	2	500	3200	2,093023256	0,75	0,96	0,53	23	IEG-H	
Recurso H.	4,4	2,35	2	500	3200	0,612740741	0,75	0,51	0,53	4	IEG-H	
J. seguridad	2,5	3,17	2	500	3200	0,559082892	0,75	0,51	0,53	3	IEG-H	
Personal	9,85	6	2	500	3200	1,49148265	0,75	0,87	0,53	13	IEG-H	
Pasillo	16	6	2	500	3200	1,745454545	0,75	0,96	0,53	20	IEG-H	
Finanza	5,02	6	2	500	3200	1,093284936	0,75	0,72	0,53	8	IEG-H	
Archivo 1	7,18	5,85	2	500	3200	1,289424405	0,75	0,8	0,53	10	IEG-H	
Archivo 2	8,7	6	2	500	3200	1,420408163	0,75	0,87	0,53	12	IEG-H	
J archivo	3,52	2,78	2	500	3200	0,621307937	0,75	0,51	0,53	4	IEG-H	
J economia	3,52	2,78	2	500	3200	0,621307937	0,75	0,51	0,53	4	IEG-H	
Construccion	12,5	6	2	500	3200	1,621621622	0,75	0,87	0,53	17	IEG-H	
2do Nivel												
J. civil Arq	2,5	2,85	2	500	3200	0,53271028	0,75	0,51	0,53	3	IEG-H	
Civil Arquit.2	12,35	6	2	500	3200	1,615258856	0,75	0,87	0,53	17	IEG-H	
Civil Arquit.1	9,85	6	2	500	3200	1,49148265	0,75	0,87	0,54	13	IEG-H	
Arquitectura	9,85	6	2	500	3200	1,49148265	0,75	0,87	0,54	13	IEG-H	
Serv. Proy	9,85	6	2	500	3200	1,49148265	0,75	0,87	0,53	13	IEG-H	
J.Serv. Proy	9,85	6	2	500	3200	1,49148265	0,75	0,87	0,54	13	IEG-H	
Topografia	9,85	6	2	500	3200	1,49148265	0,75	0,87	0,54	13	IEG-H	
Minas y MA	9,85	6	2	500	3200	1,49148265	0,75	0,87	0,53	13	IEG-H	
Geologia	12,35	6	2	500	3200	1,615258856	0,75	0,87	0,54	17	IEG-H	
J. Div. Min.	2,5	2,85	2	500	3200	0,53271028	0,75	0,51	0,54	3	IEG-H	
3er Nivel												
J. div.ing.	2,5	2,85	2	500	3200	0,53271028	0,75	0,51	0,53	3	IEG-H	
Direct. Adj.	7	6	2	500	3200	1,292307692	0,75	0,8	0,53	10	IEG-H	
Tecnologia	9,85	6	2	500	3200	1,49148265	0,75	0,87	0,53	13	IEG-H	
Mecanica 2	9,85	6	2	500	3200	1,49148265	0,75	0,87	0,53	13	IEG-H	
Mecanica 1	9,85	6	2	500	3200	1,49148265	0,75	0,87	0,53	13	IEG-H	
Informatica	9,85	6	2	500	3200	1,49148265	0,75	0,87	0,53	13	IEG-H	
Eléctrica	9,85	6	2	500	3200	1,49148265	0,75	0,87	0,53	13	IEG-H	
Instrumentaci	12,35	6	2	500	3200	1,615258856	0,75	0,87	0,53	17	IEG-H	
J. Elec Inst	2,5	2,85	2	500	3200	0,53271028	0,75	0,51	0,53	3	IEG-H	
S. Dir. Div.	5,35	2,85	2	500	3200	0,743780488	0,75	0,63	0,53	5	IEG-H	
4to Nivel												
Asesor Dir.	2,5	6	2	500	3200	0,705882353	0,75	0,63	0,53	5	IEG-H	
Secret. Dir.	5,35	2,85	2	500	3200	0,743780488	0,75	0,63	0,53	5	IEG-H	
Director G.	7	6	2	500	3200	1,292307692	0,75	0,8	0,54	10	IEG-H	

Anexo 4 Levantamiento de lámparas instaladas en los distintos niveles interno.

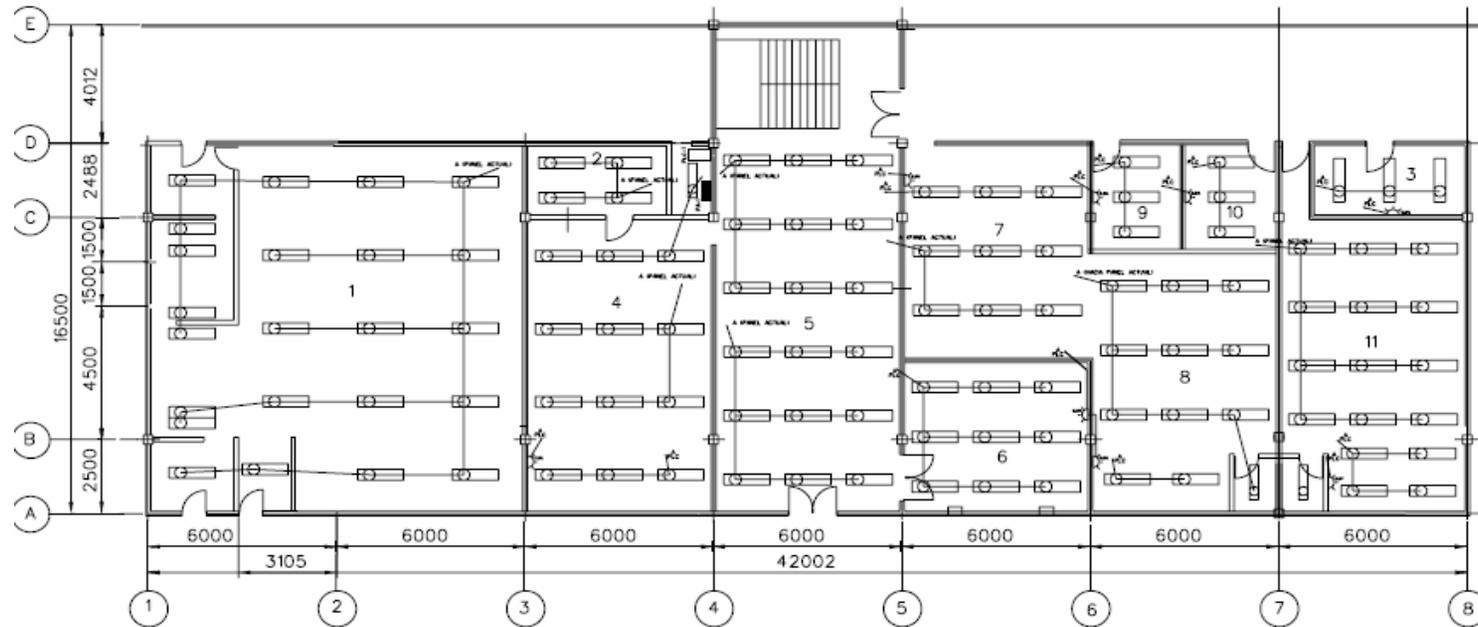
	Local	Tipos de lámparas	Cantidad	Potencia (W)	Pot. Total (W)	Voltaje (V)	Corriente (I)
<i>1er nivel</i>	Construcción	Lámpara de 2* 36 W	10	100	1000	120	10,280658
<i>1er nivel</i>	Archivo T 1	Lámpara de 2* 36 W	9	100	900	120	9,25925926
<i>1er nivel</i>	Archivo T 2	Lámpara de 2* 36 W	8	100	800	120	8,23045267
<i>1er nivel</i>	Recurso Hum	Lámpara de 2* 36 W	9	100	900	120	9,25925926
<i>1er nivel</i>	J.R Humano	Lámpara de 2* 36 W	1	100	100	120	1,02880658
<i>1er nivel</i>	Finanzas	Lámpara de 2* 32 W	9	100	900	120	9,25925926
<i>1er nivel</i>	Comedor	Lámpara de 2* 36 W	14	100	1400	120	14,4032922
<i>1er nivel</i>	Pasillo	Lámpara de 4* 18 W	10	100	1000	120	10,2880658
<i>1er nivel</i>	Economía	Lámpara de 2* 36 W	2	100	200	120	2,05761317
<i>1er nivel</i>	J.Archivo	Lámpara de 2* 36 W	2	100	200	120	2,05761317
<i>1er nivel</i>	Puesto Mando	Lámpara de 2* 36 W	2	100	200	120	2,05761317
<i>1er nivel</i>	Baños	Lámpara de 1*18 W	3	25	75	120	0,77160494
<i>2do nivel</i>	Geología	Lámpara de 2* 32 W	14	68	952	120	9,79423868
<i>2do nivel</i>	J.Minería	Lámpara de 2* 32 W	2	68	136	120	1,39917695
<i>2do nivel</i>	M Amb- Minas	Lámpara de 2* 32 W	13	68	884	120	9,09465021
<i>2do nivel</i>	Topografía	Lámpara de 2* 32 W	13	68	884	120	9,09465021
<i>2do nivel</i>	Servicio Proy 2	Lámpara de 2* 32 W	13	68	884	120	9,09465021
<i>2do nivel</i>	Arquitectura	Lámpara de 2* 32 W	13	68	884	120	9,09465021
<i>2do nivel</i>	Civil 1	Lámpara de 2* 32 W	13	68	884	120	9,09465021

2do nivel	Civil 2	Làmpara de 2* 32 W	13	68	884	120	9,09465021
2do nivel	J.Civil	Làmpara de 2* 32 W	2	68	136	120	1,39917695
2do nivel	Baños	Làmpara de 1*18 W	7	25	175	120	1,80041152
3er nivel	Automática	Làmpara de 2* 32 W	14	68	952	120	9,79423868
3er nivel	Eléctrica	Làmpara de 2* 32 W	13	68	884	120	9,09465021
3er nivel	J.Eléctrica	Làmpara de 2* 32 W	2	68	136	120	1,39917695
3er nivel	Informática	Làmpara de 2* 32 W	13	68	884	120	9,09465021
3er nivel	Mecanica1	Làmpara de 2* 32 W	13	68	884	120	9,09465021
3er nivel	Mecanica2	Làmpara de 2* 32 W	13	68	884	120	9,09465021
3er nivel	Tecnología	Làmpara de 2* 32 W	13	68	884	120	9,09465021
3er nivel	S.División	Làmpara de 2* 32 W	8	68	544	120	5,59670782
3er nivel	Dtor.División	Làmpara de 2* 32 W	7	68	476	120	4,89711934
3er nivel	Baños	Làmpara de 1*18 W	7	25	175	120	1,80041152
4to nivel	Contabilidad	Làmpara de 2* 32 W	14	68	952	120	9,79423868
4to nivel	J.Contabilidad	Làmpara de 2* 32 W	2	68	136	120	1,39917695
4to nivel	UAE	Làmpara de 2* 32 W	13	68	884	120	9,09465021
4to nivel	Gestión 1	Làmpara de 2* 32 W	13	68	884	120	9,09465021
4to nivel	Gestión 2	Làmpara de 2* 32 W	13	68	884	120	9,09465021
4to nivel	Calidad	Làmpara de 2* 32 W	13	68	884	120	9,09465021
4to nivel	S.Reuniones	Làmpara de 2* 32 W	8	68	544	120	5,59670782
4to nivel	Sect Dircc	Làmpara de 2* 32 W	5	68	340	120	3,49794239
4to nivel	Dtor Gral	Làmpara de 2* 32 W	6	68	408	120	4,19753086
4to nivel	Asesor Dtor	Làmpara de 2* 32 W	2	68	136	120	1,39917695
4to nivel	Baños	Làmpara de 1*18 W	7	25	175	120	1,80041152

Anexo 5 Planos de ubicación de las luminarias

1er nivel

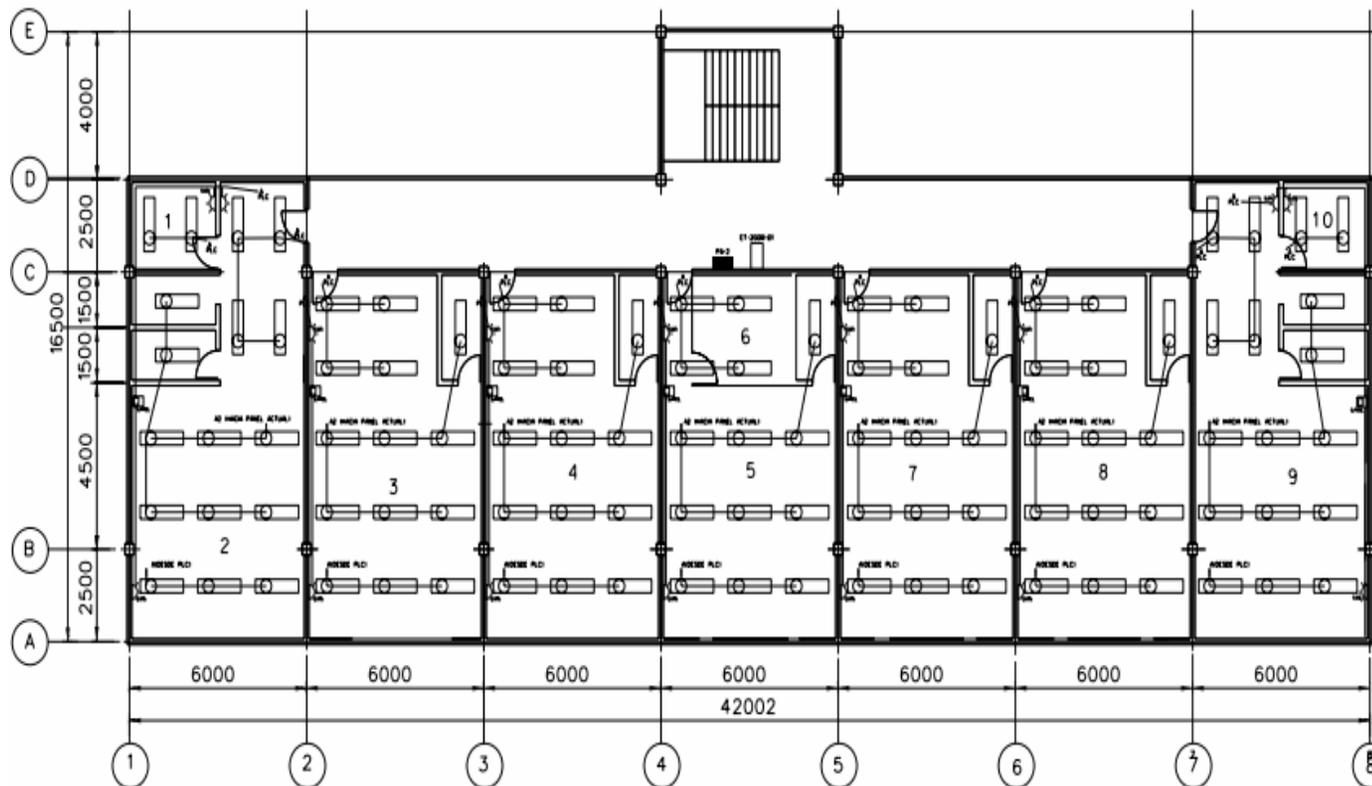
NUEVA PROPUESTA



LEYENDA

- 1.- COMEDOR
- 2.- J. RECURSO HUMANO
- 3.- J. SEGURIDAD
- 4.- PERSONAL
- 5.- PASILLO
- 6.- FINANZA
- 7.- ARCHIVO TECNICO 1
- 8.- ARCHIVO TECNICO 2
- 9.- J. ARCHIVO T
- 10.- J. ECONOMIA
- 11.- CONSTRUCCION

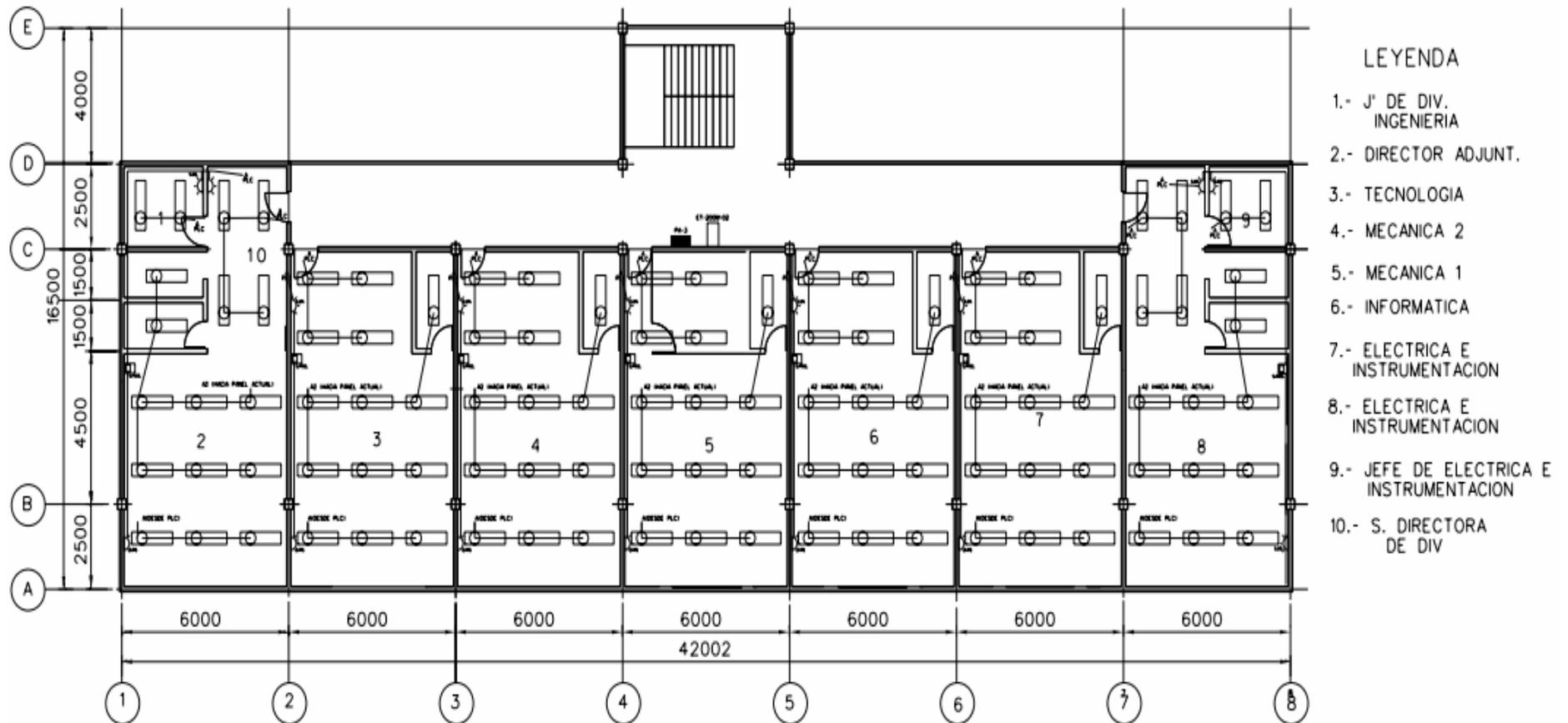
2do nivel



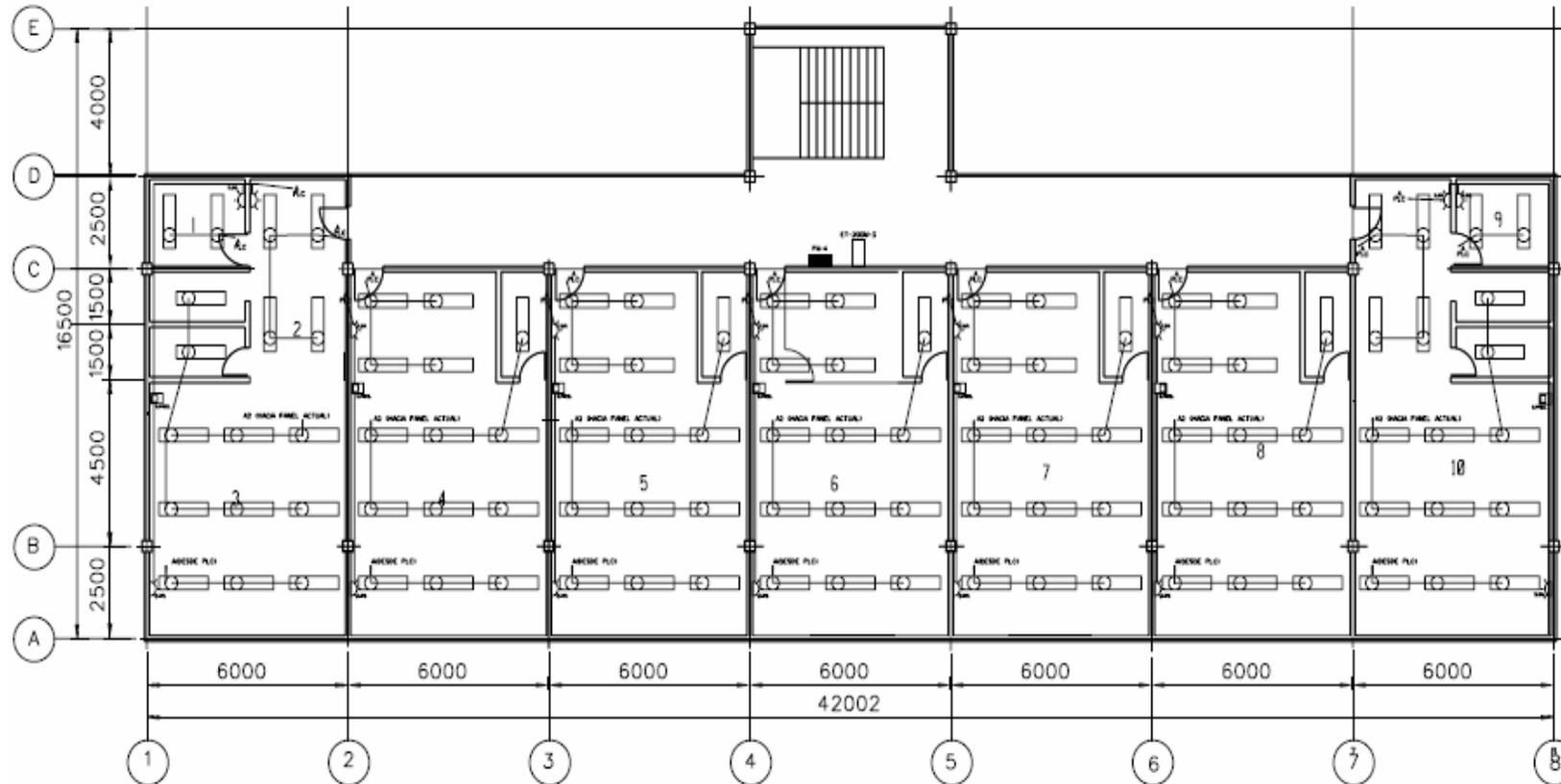
LEYENDA

- 1.- J' DE DPTO CIVIL Y ARQUITECTURA
- 2.- CIVIL Y ARQUITECTURA
- 3.- CIVIL Y ARQUITECTURA
- 4.- CIVIL Y ARQUITECTURA
- 5.- SERVICIO A PROYECTO
- 6.- J' DE DPTO SERV. A PROJ.
- 7.- TOPOGRAFIA
- 8.- MINAS Y MEDIO AMBIENTE
- 9.- GEOLOGIA
- 10.- J' DIVIS. MINERA

3er nivel



4to nivel



- LEYENDA
- 1.- ASESOR DIRECTOR
 - 2.- SECRETARIA DIRECCION
 - 3.- DIRECTOR GENERAL
 - 4.- SALON DE REUNIONES
 - 5.- CALIDAD
 - 6.- GESTION 2
 - 7.- GESTION 1
 - 8.- UAE
 - 9.- JEFE CONTABILIDAD
 - 10.- CONTABILIDAD