

2011

DESPESES ENERGÈTIQUES, PROPOSTES DE MILLORA I TEMPS D'AMORTITZACIÓ DE L'INSTITUT DE PALAMÓS



INSTITUT DE PALAMÓS

17/01/2011

ÍNDEX

Introducció	pàg. 3
1. Despeses energètiques registrades a l'institut	pàg. 5
- Fulls de Càlcul	pàg. 7
2. Repercussió de la despesa energètica amb tots els tipus de receptors	pàg. 10
- Taula dades de potència (nº2)	pàg. 14
- Fulls de càlcul	pàg. 17
3. Anàlisis de millora per l'estalvi en:	
3.1 Calefacció i Bombes de Calor	
- Propostes de millora	pàg. 19
- Taula dades finestres (nº1)	pàg. 23
- Recopilació de dades	pàg. 26
- Pèrdues de calor	pàg. 26
- Estalvi en les despeses energètiques dels A/C i calefacció	pàg. 31
3.2 L'enllumenat	
- Explicació de l'enllumenat a les aules	pàg. 31
- Propostes de millora	pàg. 34
- Estalvi en les despeses energètiques lumíniques	pàg. 37
- Gràfic de la millora dels receptors	pàg. 39
- Nivells mínims d'il·luminació en els llocs de treball	pàg. 40
- Recopilació de dades	pàg. 42
- Taula dades superfície sostres (nº3)	pàg. 43

4. Pressupost de millora

4.1 Calefacció i bombes de calor pàg. 44

4.2 Enllumenat pàg. 48

5. Temps d'amortització

**5.1 De les millores realitzades per l'estalvi en calefacció i
despeses elèctriques de les bombes de calor pàg. 50**

5.2 De les millores lumíniques pàg. 52

6. Plànol de l'edifici principal pàg. 55

7. Conclusions pàg. 56

8. Bibliografia pàg. 59

9. Agraïments pàg. 61

Annexos

Annex 1: Taula Pèrdues de Calor

Annex 2: Factures

Annex 3: Pressupostos

INTRODUCCIÓ

JUSTIFICACIÓ

Estàvem al límit de finalitzar primer de batxillerat quan vam haver de començar a escollir tema pel treball de recerca. En un principi no tenia molt clar de que el podia fer, abans de tot això sempre havia pensat que en el moment de decidir-ho agafaria algun tema relacionat amb el que volgués estudiar posteriorment, però no va ser tan fàcil. Actualment encara no sé certament el que vull fer l'any que bé per això vaig decidir que el meu treball estaria relacionat amb l'energia. D'entrada és un tema que m'agrada i ho trobo molt interessant, així que per la banda que l'enfoqués hem seria útil i agradable. Hi havia diverses possibilitats per treballar però a la que més suc l'hi podia treure i obtenir més informació va ser la de fer un estudi sobre les despeses energètiques, propostes de millora i temps d'amortització de l'institut de Palamós. Segons la meva opinió considero que no és només un treball de recerca que t'informi d'algun fet estudiat prèviament per historiadors, investigadors... que trobem a internet sinó que és un treball propi i útil pel centre. També s'ha de dir que l'idea de fer alguna maqueta com a treball de recerca, abans d'escollir tema definitivament, era un altre de les possibilitat que rondava pel meu cap però era evident que necessitaria l'ajut d'algú més que el meu tutor i com que aquesta possibilitat a casa no la tenia i preferia realitzar un treball completament propi vaig decidir enfocar-ho pel tema d'energies.

ESTRUCTURA DEL TREBALL

El treball consta d'una introducció, el cos del treball distribuït en cinc punts diferents on generalment explico el següent:

D'entrada el nostre centre necessita un conjunt de millores per disminuir les importants pèrdues de calor que pateix i poder reduir les despeses de gasoil com les d'electricitat, per això faig una selecció d'aquelles millores que més s'ajusten als nostres objectius.

Per una banda podríem realitzar una millora a les finestres per estalviar-nos despeses de gasoil i a la vegada electricitat, amb les bombes de calor. Actualment tenim una instal·lació amb un sol vidre de 5mm. amb marcs de fusta, això ens dona una clara visió que hi ha molt poc aïllament de l'exterior a l'interior, i viceversa, i que el pas de la calor és molt fàcil. A l'hivern es produeixen importants pèrdues de calor i per tant hi ha més despeses de gasoil, en canvi, a l'estiu la calor produïda pel sol entra molt fàcilment. Aquí proposo instal·lar un doble vidre (5+5mm) amb vinil i cambra d'aire de 9mm.

Per un altre banda hi trobem receptors elèctrics que no estan instal·lats amb les condicions necessàries per poder obtenir un màxim rendiment d'ells mateixos. Bàsicament els receptors que trobem al centre són: ordinadors, bombes de calor i fluorescents. Les millores per estalviar despeses energètiques amb les bombes de calor són les mateixes que hem comentat amb la calefacció (gasoil), amb els PC's seria molt difícil proposar alguna millora possible però amb els Fluorescents sí. La majoria dels sostres del institut estan formats per revolts de formigó... per què no els pintem tots amb pintura blanca?

Per acabar trobem el plànol de l'institut, conclusions, agraïments i 3 annexos formats per les taules de càlculs de pèrdues de calor, factures i pressupostos.

OBJECTIUS

El meu treball tracta en plantejar un conjunt de millores per fer possible l'estalvi en les despeses anuals tant elèctriques com de gasoil de l'institut. A partir d'aquí consistirà en refutar o afirmar si tots aquests canvis que he proposat i he escollit ens serien útils per un futur al centre, tenint en compte el temps d'amortització que ens representaria cada millora i raonant tots els motius de perquè hem escollit aquests projectes i no pas uns altres que ens aportarien una major disminució de les pèrdues de calor (finestres de PVC) i per tant una reducció en els costos anuals, però que a la vegada tindrien més punts en contra que a favor. Un cop el tinguem enllestit, el nostre objectiu serà poder respondre aquestes preguntes que potser ara mateix les podríem contestar però sense cap justificació certa:

Més il·luminació pagant menys? Milloraran les condicions de confort a les aules? Bona visualització de les pissarres? Podrem gaudir de l'escalfor del sol dins les aules? Serà una bona proposta el doble vidre amb vinil per reduir les pèrdues de calor a l'hivern i els guanys a l'estiu, que creus? Obtindrem un pressupost just per un bon temps d'amortització? Vosaltres creieu que aquest projecte seria possible portar-ho a terme a l'institut per millorar les condicions de treball?

METODOLOGIA

Per dur a terme tot aquest estudi m'ha calgut tindre molta constància, no és un treball que en un mes es pugui tindre enllestit, s'han de prendre moltes dades del centre (nº de finestres a cada aula, llums, ordinadors, aires, mides dels sostres, orientació de cada finestra, proves d'il·luminació...), elaborar taules, pressupostos, càlculs... i tot això necessita el seu temps. A més a més algun cop m'he tingut que dirigir a diferents empreses per informar-me'n sobre els costos de les millores; per obtenir més informació sobre els tipus de vinils que hi ha al mercat, el funcionament que tenen cadascun...

1. DESPESES ENERGÈTIQUES REGISTRADES A L'INSTITUT

Per començar el procés de millores a l'institut prèviament s'ha de fer un estudi sobre les despeses energètiques que hi ha durant un o dos d'anys.

Vaig demanar les factures d'electricitat dels dotze mesos del 2009 i les factures de gasoil, de les quals em van facilitar els últims comptes que hi havia de l'any passat i part de l'actual (2010). A partir d'aquí vaig calcular la despesa mitjana anual d'electricitat i de gasoil, tenint en compte en aquesta última que el dipòsit del centre s'acostuma a emplenar dos cops a l'any, per Febrer i per Agost, i depenent del preu a que hi vagi el litre en aquella temporada ho emplenen més a l'hivern o a l'estiu, normalment és a l'Agost quan acostumen a fer l'emplenada.

(factures d'electricitat des del gener fins desembre del 2009 i les factures de gasoil del 31/07/2009 i 26/02/2010 a l'annex 2).

Gasoil (explicació fulls de càlculs):

Durant un any el centre consumeix 20025 litres aproximadament. Sabem que el poder calorífic del gasoil és de 10250 kcal/kg o el que és el mateix 11,92 kwh/kg:

$$10250 \text{Kcal} / \text{Kg} \cdot 1 \text{J} / 0,24 \text{cal} \cdot (1 \text{w} \cdot 1 \text{s}) / 1 \text{J} \cdot 1 \text{h} / 3600 \text{s} = 11,92 \text{ kwh/kg}$$

Per tant en un any dissipa 238698 kwh, però si tenim en compte que això és el que gasta escalfant tot l'institut i nosaltres només mirem l'edifici principal haurem d'agafar alguna relació. Si ens ho mirem de manera general aproximadament a l'edifici principal hi trobem el mateix nombre d'aules actives que a la resta de l'institut, per tant a les factures es podria considerar que la meitat de les despeses corresponen a l'edifici i l'altre a la resta d'institut.

$$11,92 \text{ Kwh/kg} \cdot 20025 \text{ kg/any} = 238698 \text{ Kwh (Es va consumir durant el 2009)}$$

Despeses de gasoil a l'edifici principal durant l'any 2009: **119349 Kwh**

A l'Agost van comprar el litre a 0,515 i al Febrer a 0,597 euros, la mitjana de l'any va ser a 0,54 euros el litre. D'aquesta manera ja podrem saber el consum anual en euros:

$20025 \text{ l/any} \cdot 0,54 \text{ Eur/litre} = 10813,5 \text{ Eur}$ (Es va gastar durant el 2009)

Consum durant l'any 2009 a l'edifici principal: **5406,75 Euros.**

Electricitat:

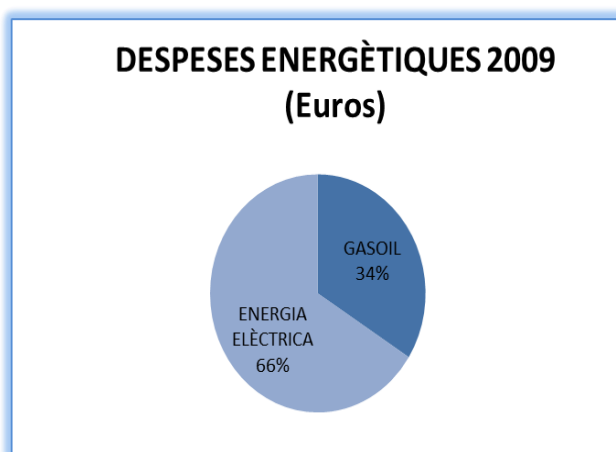
Si fem un recull de les despeses energètiques mensuals durant el 2009 i les sumem obtindrem el total (127572kwh) o (21259,59 euros) –*gràfic 1-*. A les factures ens marca el preu al que va el Kwh, aproximadament 0,11 euros, però a més a més de l'energia que es consumeix s'ha de sumar al total de la factura les despeses de potència, del terme reactiu, dels impostos sobre electricitat, lloguer d'equips i l'I.V.A. Per poder calcular el preu mitjà del kwh, sense tenir en compte tot el que se l'hi ha de sumar després a la factura per arribar al total correcte, dividirem el nombre total d'euros anuals per el nombre de kwh anuals, d'aquesta manera obtindrem un resultat aproximat del preu del quilowatt/hora en el qual ja anirà associada la part corresponent de les despeses esmentades més a dalt.

$21259,59 \text{ Euros} / 127572 \text{ Kwh} = 0,167 \text{ eur/kwh}$

Pel mateix motiu que he explicat amb les despeses totals de gasoil ho haurem de fer per saber les d'electricitat, dividirem per dos les despeses totals per saber les de l'edifici principal, per tant seran 63787,5 kwh –*gràfic 2 i 3-*

Com bé mostra el nostre gràfic circular anualment gastem més en el consum d'electricitat que no pas en el de gasoil, i en canvi consumim més Kwh del combustible que de l'electricitat. Això bé donat perquè el preu del Kwh és molt més elevat en l'electricitat, que ronda aproximadament al voltant dels 0,11 euros, que en el combustible a 0,05 euros. El

motiu d'aquest fet és perquè a l'hora de transformar el combustible en energia calorífica passa per unes màquines amb uns rendiments màxims (la màquina de Carnot) que ens permeten obtenir l'energia més econòmica que la que obtenim com electricitat.



DESPESES ENERGÈTIQUES PER GASOIL 2009 (Kwh)

Gasoil → 20025 l/any

Pc gasoil → 10250Kcal/kg = 11,92Kwh/kg

10250 Kcal/kg · 1Kwh/860Kcal = 11,92 Kwh/kg

11,92 Kwh/kg · 20025 kg/any = **238698 Kwh (Es va consumir durant el 2009)**

Despeses durant l'any 2009 a l'edifici principal → 119349 Kwh

Preu litre → 0,54Eur/litre

20025 l/any · 0,54Eur/litre = 10813,5 Eur (Es va gastar durant el 2009)

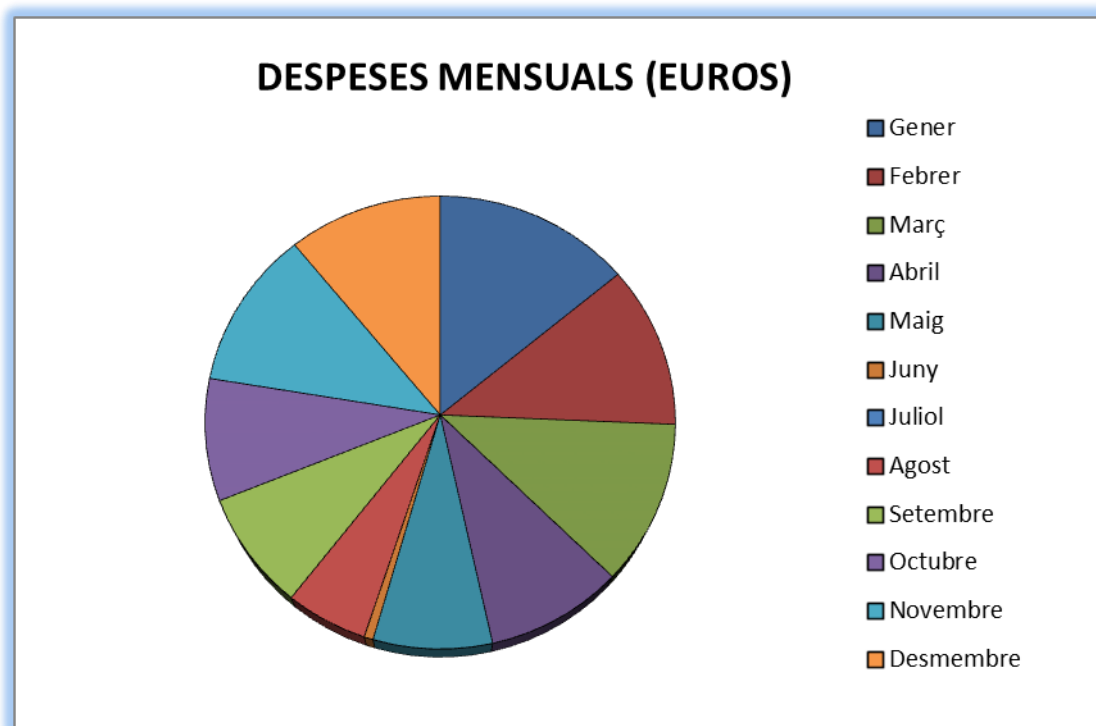
Consum durant l'any 2009 a l'edifici principal → 5406,75 Eur.

DESPESES MENSUALS ENERGIA ELÈCTRICA

	Despeses (Kwh)	Consum (Eur)
Gener	17928	2584,14
Febrer	14812	2108,96
Març	14851	2087,05
Abril	11771	1691,5
Maig	10125	1439,18
Juny	772	1166,25
Juliol	0	158,08
Agost	7041	1201,06
Setembre	10584	1794,82
Octubre	11103	1965,74
Novembre	14588	2582,75
Desembre	13997	2480,06
	127572	21259,59

Si no tenim en compte les despeses que s'han de pagar per Potència, Impost elèctric.. entre d'altres coses, dins d'una factura de Llum, podem obtenir el preu al que ens surt cada (Kwh) associant-li la part que li correspon d'aquestes despeses, així podem dir:

21259,59 Eur / 127572Kwh = 0,167 Eur. (Cada Kwh)



GRÀFIC 1

DESPESES ENERGÈTIQUES REGISTRADES DURANT EL 2009 (Kwh)

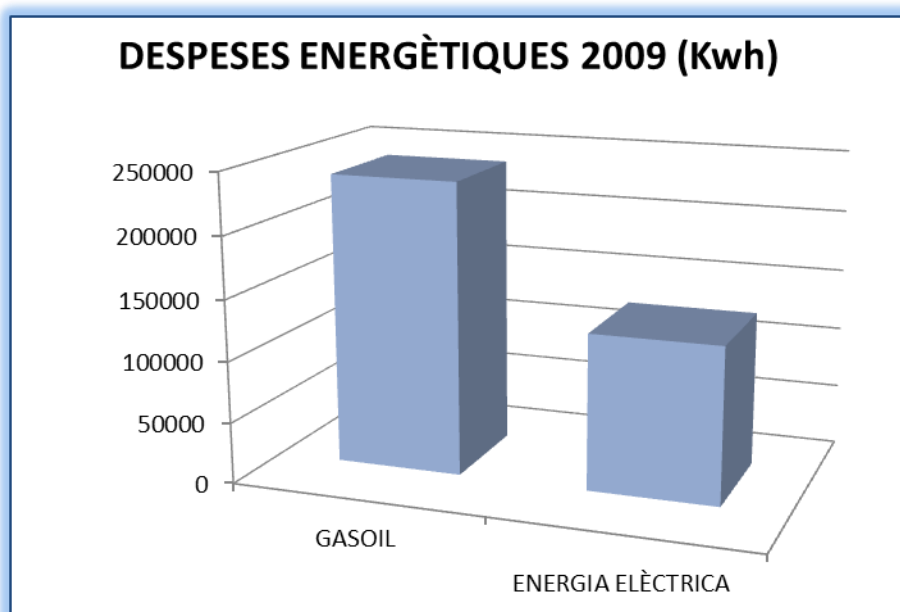
GASOIL

238698

ENERGIA ELÈCTRICA

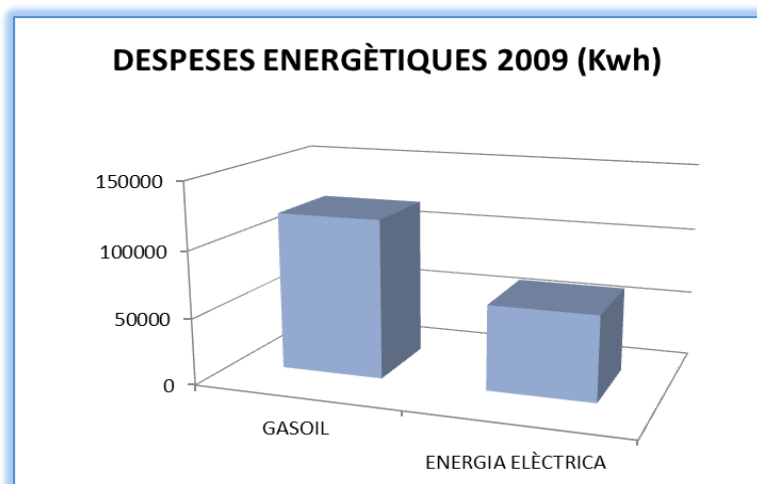
127572

GRÀFIC 2



DESPESES ENERGÈTIQUES DE L'EDIFICI PRINCIPAL REGISTRADES EN EL 2009 (Kwh)

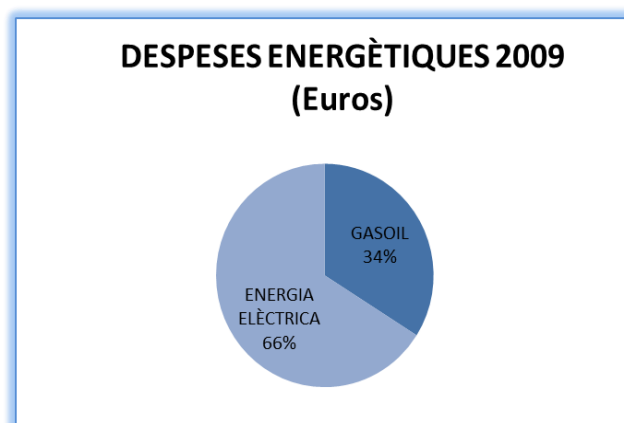
GASOIL	119349	65,00%
ENERGIA ELÈCTRICA	63787,5	35,00%
	183136,5	100,00%



GRÀFIC 3

DESPESES ENERGÈTIQUES REGISTRADES A L'EDIFICI PRINCIPAL EN EL 2009 (Euros)

GASOIL	ENERGIA ELÈCTRICA	
5407	10630	16037
34,00%	66%	100,00%



GRÀFIC 4

HEM DE TENIR EN COMPTE !

Hem de tenir en compte que aquestes despeses, consum... corresponen a tot l'institut i nosaltres només estem treballant amb les despeses que comporta l'edifici principal, negligint gimnàs, aules de batxillerat i departaments. Per tant podem dividir entre dos el consum total, així podrem obtenir les despeses només de la zona que estem interessats en millorar. Dividirem per dos perquè proporcionalment l'edifici principal és la meitat de tot el centre, per tant les despeses també seran proporcionals.

2. REPERCUSIÓ DE LA DESPESA ENERGÈTICA AMB TOTS ELS TIPUS DE RECEPTORS

Aquest treball, com ja he dit, està format per un conjunt de propostes de millores dirigides cap a les despeses energètiques de les bombes de calor, dels llums i la calefacció, els altres receptors com els ordinadors i l'aigua calenta no els estudiaré ja que seria molt difícil proposar alguna millora, són aspectes que funcionen d'una manera concreta i no hi ha pràcticament cap canvi possible. Quan parlem de les llums estem treballant amb els fluorescents perquè aproximadament un 95% de despeses lumíniques van dirigides cap aquests aparells i l'altre 5% restant cap els altres tipus de receptors lumínics que trobem als passadissos, lavabos... les bombes de calor no tenen gaire complicació, simplement parlem d'aquestes màquines que estan fabricades per donar aire fred i aire calent, així que tindrem en compte que el seu funcionament és pràcticament el mateix durant les hores lectives d'estiu i d'hivern, i per acabar també estudiarem les millores possibles per les despeses del gasoil: com podem veure en els fulls de les gràfiques següents les despeses econòmiques es divideixen en un 95% en calefacció i l'altre 5% en aigua calenta, exactament no és així però és una suposició força aproximada. Llavors, dintre d'aquest grup, nosaltres tractarem amb les millores possibles per reduir les despeses de calefacció, i l'aigua calenta que és utilitzada escasses vegades i que dintre del total de despeses té un tant per cent molt baix no la mirarem.

Hem de poder obtenir el tant per cent de les despeses totals de cada receptor per saber el consum que hi ha anualment amb cada un d'ells. Primerament –taula 2- calculem la potència total dels receptors: El dia 28 de Setembre vaig comptar tots els ordinadors, aires condicionats i fluorescents que hi trobem a totes les aules de l'edifici principal. A continuació vam mirar la intensitat que hi passava per cadascun d'aquests aparells amb un amperímetre, ho vaig fer amb l'ajut del lampista del centre, en Rafael. Agafàvem les pinces amperímetre i les col·locàvem al cable terra, així ens mostrava la intensitat que hi passava. Ho vam fer amb dos amperímetres diferents, amb un de més senzill, el qual acostumem utilitzar, i posteriorment amb un pròpiament seu, de professionals. Aproximadament marcaven el mateix però ens vam guiar per l'últim que he esmentat. Per agafar la intensitat mitjana de les bombes de calor vam prendre dos o tres cops, en temps diferents des de la seva inicialització, la mesura i vam fer la mitjana ja que depenent de la temperatura que li demanis i a la que es trobi l'aula l'aparell haurà de treballar amb menor o major potència i la intensitat també variarà. Amb això vull dir que no és el mateix un dia d'hivern que l'aula es trobi a 18° demanar-li una temperatura de 23° que un dia d'estiu que l'aula es trobi a 21° voler mantenir-la a 19°, com es pot veure al dia

d'hivern les ordres que rebrà l'aparell seran molt més grans que no pas el dia d'estiu, per tant la intensitat que hi passarà serà major.

Les dades agafades sobre la intensitat, de mitjana, són les següents:

Aires condicionats $\implies 6,5 \text{ Ampers} \cdot 230 \text{ Volts} = 1495 \text{ Watts}$

Ordinadors $\implies 0,8 \text{ Ampers} \cdot 230 \text{ Volts} = 184 \text{ Watts}$

Fluorescents $\implies 0,25 \text{ Ampers} \cdot 230 \text{ Volts} = 58 \text{ Watts}$

Un cop calculada la potència que dissipa cada conjunt de receptors hem de valorar el temps d'utilització, ja que no està el mateix temps encès una bomba de calor, que les llums, lògicament les llums passen moltes més hores en funcionament. Cadascú podria fer la seva pròpia suposició sobre el temps d'utilització però la meua va ser la següent: (fulls de càlcul)

Aires condicionats $\implies 4 \text{ mesos} / 12 \text{ mesos} \cdot 10 \text{ hores} / 24 \text{ hores} = 0,14$

Ordinadors $\implies 9 \text{ mesos} / 12 \text{ mesos} \cdot 9 \text{ hores} / 24 \text{ hores} = 0,28$

Fluorescents $9 \implies \text{mesos} / 12 \text{ mesos} \cdot 10 \text{ hores} / 24 \text{ hores} = 0,31$

Potser no són les suposicions més adequades però jo demostraré el perquè de cadascuna d'elles: els aires condicionats a grans trets estan en marxa els dos mesos de més calor (maig, mig mes de juny i mig de setembre) i els dos mesos de més fred que vindrien a ser (desembre i gener), els altres mesos lectius pràcticament no es tenen en marxa, i ho sé per experiència perquè des de quart d'ESO he passat moltes hores als laboratoris i en general és com ho he mencionat, excepte en els despatxos de secretaria que també hi ha alguns aires i s'acostumen a encendre habitualment, però al ser minoria ens guiarem per els de les aules. També trobem el grup d'ordinadors, uns 200 en tot el centre i a l'edifici principal hi ha aproximadament 59 que estan en marxa al voltant dels nou mesos lectius i les hores que passen encesos diàriament és difícil de dir amb exactitud ja que no hi ha cap horari en que ens indiqui les hores que estan habilitades les aules d'informàtica del centre, si que hi ha un d'elaborat però potser marca que cada dilluns a les 9 està l'aula assignada a un curs de tercer d'ESO i només venen un cop al mes quan ho necessiten, per tant tenint en compte això i que les aules d'ordinadors acostumen a estar força habilitades perquè hi ha poques pel nombre alumnes que trobem al centre contarem que funcionen nou hores al dia. Considero que és una suposició força exacta perquè, a més a més del que he dit, a el centre trobem alumnes des de les vuit del matí fins les vuit del vespre aproximadament, és a dir unes onze hores amb les aules en marxa. I per últim trobem un altre conjunt de receptors que són els que més hores al dia passen encesos, són els fluorescents. Com

ja sabem la majoria de les classes tant pel matí, que és de dia, com per les tardes que ja és fosc tenen les llums enceses. Únicament estan apagades quan no es troba ningú a l'aula o en les hores de descans, i a vegades ni això s'aconsegueix. Els mesos de funcionament seran els mateixos que amb els ordinadors els nou mesos lectius i durant el dia hem dit que aproximadament les aules estan en funcionament onze hores diàries, per la qual cosa suposarem que deu de cada onze hores lectives les llums estan enceses o bé perquè hi ha alumnes o bé perquè a vegades no es té en compte apagar-les. Per ser més exactes hauríem de multiplicar la potència total, de cada grup de receptors, pel temps d'utilització, d'aquesta manera obtindríem la potència consumida durant el temps que passen en marxa *-fulls de càlculs-*

Tot aquest camí és per poder dividir les despeses energètiques totals, 16037 euros a l'any a l'edifici principal del centre, en les despeses pròpiament consumides per cada grup de receptors, d'aquesta manera la divisió que havíem fet fins ara de 10630 euros a l'any de despeses energètiques elèctriques que equival a un 66% de les expenses totals es convertirà en tres dades en euros diferents.

Aires condicionats \implies 12% del 66% = 1930,37 euros anuals

Ordinadors \implies 11,6 del 66% = 1868,72 euros anuals

Fluorescents \implies 42,4% del 66% = 6830,71 euros anuals

Aquests nombres ens indiquen el tant per cent de potència dissipada un cop feta la relació entre potència total i temps d'utilització de cadascun dels conjunts de receptors. Al primer càlcul obtenim el tant per cent i llavors ho ajustem per marcar-ho dintre del 66% que correspon a les despeses energètiques elèctriques.

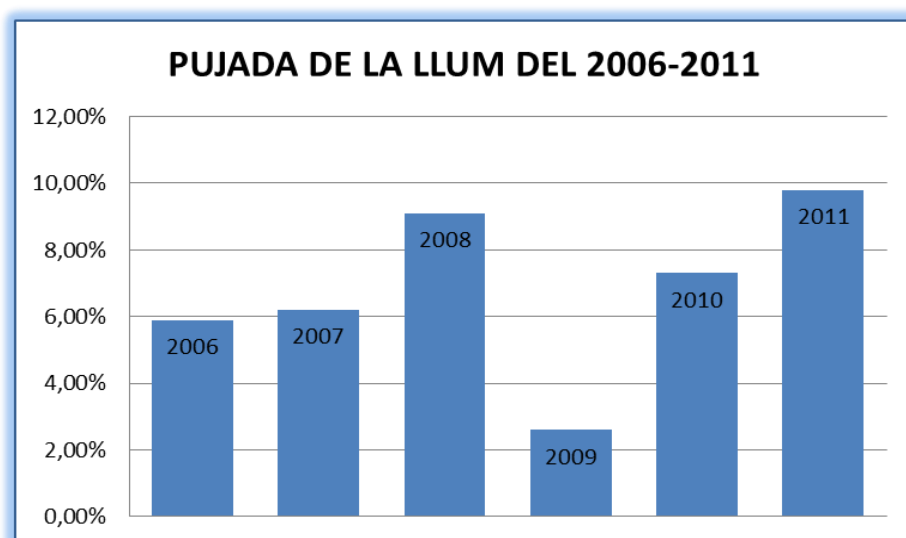
El mateixos passos que hem fet amb les despeses elèctriques farem per dividir les despeses del gasoil, però aquest cop serà molt més fàcil ja que sabem la despesa total (5406,75 euros l'any) i de la mateixa manera que hem fet una suposició amb el temps d'utilització la farem amb la part de les despeses dirigides a la calefacció i l'aigua calenta. La calefacció és troba instal·lada per tot el centre i totes les aules disposen de radiadors, en canvi l'aigua calenta només la trobem a unes quantes habitacions (lavabos) de la casa, això ens indica que la relació entre les expenses d'uns receptors (radiadors) i els altres (aixetes) és força gran, a part l'aigua calenta no és utilitzada pràcticament per ningú i si s'utilitza no pas cada dia. Així doncs un 95% de les despeses són de la calefacció i un 5% de l'aigua calenta:

El 34% ens indica la part de les despeses energètiques de gasoil dins les despeses totals anuals (100%).

Aigua Calenta \Rightarrow 1,7% del 34% = 270,34 euros anuals

Calefacció \Rightarrow 32,3% del 34% = 5136,41 euros anuals

Com ja hem vist anualment es necessita molta més energia (kwh) per escalfar el centre que energia elèctrica per fer funcionar tots els receptors, però com el kwh a les factures d'electricitat actualment té un preu molt més elevat que el kwh del gasoil obtingut per màquines amb grans rendiments fa que haguem de pagar molt més per la mateixa energia proporcionada elèctricament que per combustible. Aquest és un motiu important que ens fa veure que l'estalvi d'energia és necessari i sobre tot si estem al dia que aquest any 2011 la pujada del preu de l'electricitat serà aproximadament d'un 9,8%, és a dir, que si actualment al centre es paga 10630 euros per produir l'electricitat que es necessita a l'edifici principal a partir del 2011 aquesta factura anual marcarà 11672 euros. Des del 2005 fins l'actualitat l'electricitat a pujat un 30%, però aquest any la pujada serà més gran principalment a causa de l'augment dels preus de les matèries primeres importades d'altres països per produir electricitat, com és el cas del petroli i la diferència entre el dòlar i l'euro. Aquest augment és justificat pel govern, l'afirma amb el motiu de que s'ha de compensar el dèficit tarifari. El que les elèctriques deixen de ingressar perquè segons elles produir electricitat els hi costa més del que cobren als consumidors.



POTÈNCIA DELS DIFERENTS RECEPTORS

	AULA	Nº FLUORESCENTS	POTÈNCIA (W)	Nº ORDINADORS	POTÈNCIA (W)	Nº AIRES CND.	POTÈNCIA (W)
T							
				ZONA NORD			
E	LAB QUÍ. 210	28	1624	4	736	1	1495
	D.CN-FQ 209	8	464	1	184	1	1495
R	LAB. CN.208	28	1624			2	2990
	LAB.FÍS. 207	16	928			2	2990
C	206	8	464			1	1495
	PASSADÍS	9	522				
E				REPLÀ CENTRAL			
	W.C 205	4	232				
R	W.C 204	4	232				
	PASSADÍS	4	232				
P				ZONA SUD			
	INF2 203	16	928	20	3680	2	2990
I	DIB. 202	16	928			2	2990
	INF1. 201	16	928	15	2760	2	2990
S	PASSADÍS	5	290				

POTÈNCIA DELS DIFERENTS RECEPTORS

	AULA	Nº FLUORESCENTS	POTÈNCIA (W)	Nº ORDINADORS	POTÈNCIA (W)	Nº AIRES CND.	POTÈNCIA (W)
S E G O				ZONA NORD			
	E1A 110	24	1392				
	E1B 109	24	1392				
	E1C 108	24	1392				
	E1E 107	24	1392				
N P I S	E1F 106	24	1392				
	PASSADÍS	9	522				
				REPLÀ CEN- TRAL			
	W.C 105	8	464				
	W.C 104	8	464				
	PASSADÍS	4	232				
				ZONA SUD			
	E2F 103	24	1392				
	E2B 102	24	1392				
	E2A 101	24	1392				
	PASSADÍS	5	290				

POTÈNCIA DELS DIFERENTS RECEPTORS

AULA	Nº FLUORESCENTS	POTÈNCIA (W)	Nº ORDINADORS	POTÈNCIA (W)	Nº AIRES CND.	POTÈNCIA (W)
------	-----------------	--------------	---------------	--------------	---------------	--------------

P						
R			ZONA NORD			
	E4E 010	24	1392			
	E4F 009	24	1392			
I	E3A 008	24	1392			
	E3B 007	24	1392			
M	E3E 006	24	1392			
	PASSADÍS	9	522			
E			REPLÀ CEN- TRAL			
	W.C 005	8	464			
R	W.C 004	8	464			
	PORTA PATIS	8	464			
P			ZONA SUD			
	A.OBERTA 2n 003	24	1392	6	1104	
I	USEE 002	12	696	6	1104	
	BIBLIOTECA 001	36	2088	7	1288	2
S	PASSADÍS	5	290			2990
	TOTAL:	618	35844	59	10856	15
						22425

- Intensitat Aire Condicionat: 6,5 A.
- Intensitat Ordinador: 0,8 A.
- Intensitat fluorescent: 0,25 A.

- Potència Aire Condicionat: $(6,5A \cdot 230V) = 1495W$
- Potència Ordinador: $(0,8A \cdot 230V) = 184W$
- Potència Fluorescent: $(0,25 \cdot 230V) = 58W$

TAULA 2

DESPESES ENERGÈTIQUES TENINT EN COMPTE ELS DIFERENTS TIPUS DE RECEPTORS

	AIRES CONDI- CIONATS	ORDINADORS	LLUMS	
POTÈNCIA TOTAL (W)	22425	10856	35844	
TEMPS D'UTILITZACIÓ (*)	0,14	0,28	0,31	0,73
P.Total · Temps utilització	3139,5	3039,68	11111,64	17290,82
%	18,16%	17,58%	64,26%	100,00%
% (66% D.E.Elèctrica)	12,00%	11,60%	42,40%	66,00%
CONSUM (Eur.) ↓ 10629,8 Eur/any 2009	1930,37	1868,72	6830,71	10629,8

	CALEFACCIÓ	AIGUA CALEN- TA	
%	95,00%	5,00%	100,00%
% (34% D.E. de Gasoil)	32,30%	1,70%	34,00%
CONSUM (Eur.) ↓ 5406,75Eur/any 2009	5136,41	270,34	5406,75

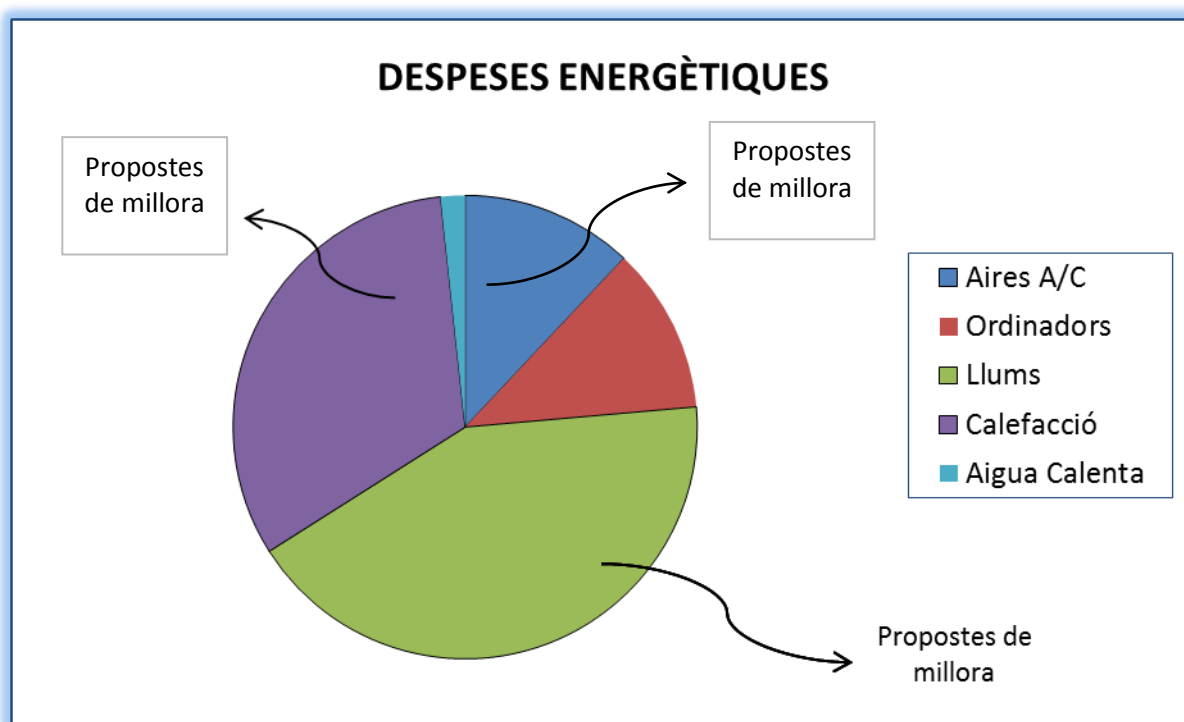
HEM DE TENIR EN COMPTE!

A la vegada hem de tenir en compte que aquestes despeses, consum... corresponen a tot l'institut i nosaltres només estem treballant amb les despeses que comporta l'edifici principal, negligint gimnàs, aules de batxillerat i departaments. Per tant podem dividir entre dos el consum total, així podrem obtenir les despeses només de la zona que estem interessats en millorar. Dividirem per dos perquè proporcionalment l'edifici principal és la meitat de tot el centre, per tant les despeses també seran proporcionals.

(*) TEMPS D'UTILITZACIÓ

Aires A/C	→	4 mesos/12 mesos · 10 h/24h = 0,14
Ordinadors	→	9 mesos/12 mesos · 9h/24h = 0,28
Llums	→	9 mesos/12 mesos · 10h/24h = 0,31

RECEPTORS	DESPESES
Aires A/C	12,00%
Ordinadors	11,60%
Llums	42,40%
Calefacció	32,30%
Aigua Calenta	1,70%
	100,00%



3. ANÀLISIS PER L'ESTALVI EN:

3.1 Calefacció i Bombes de Calor

Propostes de millora

L'Institut de Palamós és un centre educatiu de secundària que es va construir fa uns vint-i-cinc anys, això ens indica el perquè trobem aquest aïllament tant escàs. No fa gaires anys que es van començar a instal·lar a les noves escoles, instituts, universitats... finestres d'alumini o PVC, fins aleshores es feien de fusta i normalment amb un vidre senzill. Al nostre centre el que trobem és això, un vidre de cinc mil·límetres unit a un

IMATGE 1.1



marc de fusta, en algunes aules trobem finestres senzilles (imatge 1.1), a unes altres trobem finestres que van pràcticament des de la part més alta de la paret, gairebé tocant el sostre, fins arran de terra i en unes altres aules finestres amb marc de fusta però la seva part inferior en comptes d'estar formada per obra vista hi trobem plaques de fusta. Nosaltres només mirarem dos tipus de finestres: les senzilles i les de vidre alt, són les que hi ha majoritàriament a l'edifici principal. Actualment l'aïllament del centre no és l'adequat, no fa falta fer cap estudi per veure que les pèrdues de calor de l'interior a l'exterior a l'hivern i viceversa a l'estiu són força elevades, a més l'aïllament del sostre i les parets també influeix en aquest guany o pèrdues de calor. L'aïllament del sostre no hauria de ser vist, seria necessari col·locar falsos sostres de Pladur o planxa de guix, a més l'aïllant que tenim amb aquestes característiques, al ser vist, perd part de les seves propietats tèrmiques, i també seria adequat sostre de teula per la protecció de l'aïllament. Per l'altra banda les parets podrien aconseguir una millora per estalviar despeses, tot i que força petita comparant-ho amb els possibles canvis que es podrien realitzar a les finestres i sostres. Hi podríem posar reixes a dalt i a baix, depenent de la longitud que tingués la paret que dona a l'exterior dues o més reixes, de tal manera que quan fes calor s'obririen les reixes deixant córrer l'aire i impedit que s'escalfés tant la classe. En canvi a l'hivern només obriríem la reixa de dalt mentre toqués el sol, així l'aire de dintre s'escalfaria i la classe trigaria menys en agafar temperatura. El problema d'aquest sistema és que és bastant car, per això no estudiaré aquesta possibilitat.

Com a segona opció estaria l'idea de instal·lar plaques solars al centre, finestres de PVC i un bon aïllament al sostre, entre d'altres millores, però tot té els seus pros i els seus contres. És un centre públic per tant, això ens indica que no es poden fer canvis en l'arquitectura, si que algun dia s'acabaran canviant les finestres de fusta perquè no donin més de si però d'aquí a que arribem a aquest punt encara queden uns quants anys, el govern apurarà fins l'últim moment en tocar el fons per fer millores. La instal·lació de plaques solars també seria un gran mètode. Essent un edifici públic és una bona manera d'estalviar energia, però actualment amb el sostre que tenim necessitaríem una cambra d'aire entre l'aïllant i el sostre i ens trobaríem amb la mateixa situació que amb les millores esmentades per les parets, resultaria molt poc assequible.



Centres educatius amb plaques solars a Catalunya:

Cent centres de Catalunya tenen instal·lacions solars i eviten l'emissió de 500 tones de CO2 a l'any.

Un centenar de centres educatius de Catalunya disposen d'instal·lacions solars amb l'objectiu de generar electricitat per al mateix institut o escola, o bé per escalfar l'aigua dels pavellons. La Xarxa d'Escoles Solars de Catalunya (Xesca), agrupa aquests centres que amb la seva aposta per una energia renovable estalvien cada any l'emissió de 500 tones de gasos hivernacle a l'atmosfera.

Les instal·lacions dels centres no són de grans dimensions i la majoria tenen entre 12 i 30 metres quadrats de plaques solars, però en el conjunt de Catalunya els centres educatius amb instal·lacions que capten l'energia solar suposen més de tres quilòmetres quadrats. S'ha de tenir en compte que amb uns dotze metres quadrats de plaques l'estalvi d'emissions de CO2 a l'atmosfera és de dues tones cada any. Del centenar de centres que componen la xarxa, una seixantena tenen instal·lacions solars tèrmiques amb l'objectiu d'escalfar l'aigua sanitària, mentre que una quarantena disposen d'instal·lacions fotovoltaïques.

En alguns dels centres de Xesca es permet veure en temps real la captació d'energia de les instal·lacions, segons la radiació que capten les plaques en cada moment del dia.

La majoria de centres que integren la Xarxa d'Escoles Solars de Catalunya (Xesca) són de la demarcació de Barcelona. En concret, 77 del centenar d'escoles i instituts provenen d'aquesta demarcació catalana. Per darrere se situa Girona, amb 9 centres; Tarragona, amb 8, i les comarques lleidatanes, només amb 3. La xarxa permet que s'hi adhireixin tot tipus de centres educatius, des d'escoles bressol, fins a escoles de capacitació agrària, instituts i escoles o centres de formació, imparteixin estudis reglats o no, sempre que disposin d'instal·lacions solars.

Quines són les millores més segures pel nostre objectiu?

Un cop esmentades totes les propostes de millora possibles per la reducció de pèrdues de calor i l'estalvi de despeses anuals farem una selecció de les més adequades pels nostres objectius:

Plaques solars: des d'un inici descartem la possibilitat d'instal·lar-les. Ens resultaria molt car fer tots els canvis necessaris per fer possible la seva col·locació al sostre i les pròpies plaques solars, a part no ens sortiria rendible perquè com acabem de veure la majoria de centres amb les seves instal·lacions aconseguixen escalfar l'aigua sanitària, que per nosaltres és el que actualment té menys importància, només ocupa un 5% de les nostres despeses del gasoil. Si que hi trobem un 40% d'escoles amb instal·lacions fotovoltaïques que proporcionen electricitat a tot el centre però són centres amb superfícies força reduïdes, en comparació amb el nostre. A més a més primer hauríem de millorar algunes parts de l'estructura del centre, com seria el cas de les finestres, per poder reduir les pèrdues de calor i després instal·lar-hi les plaques, ja que si duguéssim a terme des d'un inici aquesta proposta de millora continuariem tenint les mateixes pèrdues de calor i no solucionariem res. Més que res tenim aquesta proposta com la millor forma de reduir expeses, més ecològica... per raons simbòliques però en veritat en el nostre cas no seria la més adequada.

Reixes a les parets: com ja hem esmentat, és una millora molt poc assequible, ens proporcionaria més gestos fer la millora que beneficis, és a dir el temps d'amortització seria molt i molt llarg.

Canvis en l'aïllament del sostre: representaria una millora útil per totes aquelles aules que es troben a la segona planta de l'edifici, però no resultaria un projecte eficaç en relació preu i amortització.

Finestres de PVC o alumini: hauríem de canviar totes les finestres que donen a l'exterior perquè les d'interior són portes encarades a un passadís i tampoc són gaire grans les pèrdues que ens proporcionen. Estem parlant d'un centre amb un disseny arquitectònic de fa 25 anys i seria molt difícil tocar-ho sense que hi hagués cap tipus de necessitat urgent. Em refereixo que eviten tocar les façanes dels centres públics fins que no veuen que és necessari, un cas a Palamós va ser l'escola pública Ruiz Giménez que es va construir 75 anys enrere i farà uns 4 anys aproximadament que els seu finestrons de fusta van ser canviats perquè van arribar a un punt que amb la mateixa tramuntana es venien a baix. Així que fer l'estudi sobre la instal·lació de finestres d'aquest tipus seria absurd perquè no compleix encara la necessitat per poder-ho fer.

Doble vidre amb vinil: quan parlem de doble vidre ens podem encaminar per dues bandes, però només una d'elles és la compleix tots els requisits necessaris. Podríem escollir per una banda, ja esmentada, instal·lar finestres de PVC/alumini amb doble vidre i cambra d'aire, però ja hem dit que no pot ser. I com a segona opció, i correcte, estaria en deixar les pròpies finestres del centre amb el marc de fusta i el vidre de 5mm que té actualment i a partir d'aquí construir un doble vidre amb vinil amb cambra d'aire de 9mm.

En que consisteix aquest procés?

D'entrada s'haurien de treure tots els llistons que aguanten el vidre. A continuació hauríem d'adherir la tira de cautxú de 9mm de gruix al voltant del marc de fusta, això ja ens faria de cambra d'aire entre els dos vidres. Llavors ens faltaria la col·locació del segon vidre amb el vinil, de 5mm de gruix, idèntic que el vidre inicial i tornar-hi a posar els llistons amb la mida corresponent. Si actualment trobem un marc interior de 2,7cm i sobreposat un llistó d'un ample de 1,8 cm l'hauréem de reduir fins un amplada de 1,3 cm i no deixar-hi cap centímetre de marc vist, sinó que tot el marc quedi sota del llistó, així el llistó li donarà més suport al segon vidre que si el tallem i el deixem més estret.

$1,8 \text{ cm (mida llistó)} + 0,9 \text{ cm (gruix tira cautxú)} + 0,5 \text{ cm (gruix vidre)} = 3,2 \text{ cm}$

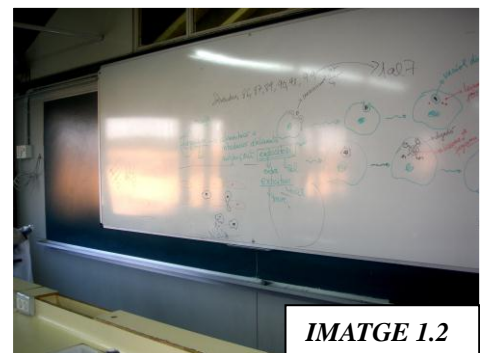
$2,7 \text{ cm (mida marc de fusta interior)} - 3,2 \text{ cm (gruix grup)} = 0,5 \text{ cm (s'haurà de reduir el llistó)}$

$1,8 \text{ cm} - 0,5 \text{ cm} = 1,3 \text{ cm (mida del llistó amb el doble vidre)}$

El segon vidre serà de 5mm de gruix, igual que el primer, perquè si els posem els dos del mateix espessor anirà millor perquè no hi hagi tantes pèrdues de calor i en canvi si fossin de gruix diferents faria trencar més la freqüència de soroll i seria millor per l'aïllament acústic.

Tenim un conjunt de vidre(5mm) + cambra d'aire (9mm) + vidre (5mm) que l'afegirem vinil interior per adequar la millora al nostre propòsit.

Les aules que estan encarades a la zona est, que pràcticament són la majoria, el sol els hi toca part del matí. El sol reflecteix a la pissarra i provoca que tot allò que s'escriu no pugui ser visualitzat pels alumnes, per tant agafem i tanquem les cortines. Al tancar-les disminuïm la llum emesa pel Sol i les pèrdues de calor o guanys de calor continuen essent els mateixos, així que hauríem de trobar alguna solució. El vinil ens faria que la llum solar pogués entrar amb la mateixa facilitat però sense la necessitat de córrer les cortines perquè ja no es reflectirà a la pissarra, a més el vinil ens ajudarà que les pèrdues de calor redueixin – taula 4 -.



IMATGE 1.2

EDIFICI PRINCIPAL

		DIMENSIONS					
	AULA	AMPLADA (m)	ALTURA (m)	QUANTITAT	SUPERFÍCIE (m2)	PERÍMETRE (m)	ORIENTACIÓ
TERCER PIS	ZONA NORD						
	LAB QUÍ. 210	3,14	1,14	2	7,1592	17,12	E
		0,31	1,14	4	1,4136	11,6	N
	D.CN-FQ 209	3,14	1,14	1	3,5796	8,56	E
	LAB. CN.208	3,17	1,14	1	3,6138	8,62	E
		3,14	1,14	2	7,1592	17,12	E
	LAB.FÍS. 207	3,11	1,14	2	7,0908	17	E
	206	3,14	1,14	1	3,5796	8,56	E
	PASSADÍS	0,22	0,75	18	2,97	34,92	O
		0,97	0,83	27	21,7377	97,2	O
	REPLÀ N.	0,31	1,14	1	0,3534	2,9	N
		0,3	1,14	1	0,342	2,88	O
	REPLÀ CENTRAL						
	W.C 205	0,22	1,14	1	0,2508	2,72	S
	W.C 204	0,22	1,14	1	0,2508	2,72	N
	PASSADÍS	5,2	0,94	1	4,888	12,28	O
SEGON PIS	ZONA SUD						
	INF2 203	3,48	1,14	2	7,9344	18,48	E
	DIB. 202	3,48	1,14	2	7,9344	18,48	E
	INF1. 201	3,48	1,14	1	3,9672	9,24	E
		0,31	1,14	4	1,4136	11,6	S
	PASSADÍS	0,97	0,83	15	12,0765	54	O
		0,22	0,75	10	1,65	19,4	O
		0,46	1,12	1	0,5152	3,16	S
	REPLÀ ESCALES (2n. I 1r. PIS)						
	REP.ESCL.	0,38	1,24	11	5,1832	35,64	E
	0,3	1,24	1	0,372	3,08	E	

EDIFICI PRINCIPAL

		DIMENSIONS					
AULA		AMPLADA (m)	ALTURA (m)	QUANTITAT	SUPERFÍCIE (m2)	PERÍMETRE (m)	ORIENTACIÓ
S E G O N P I S	ZONA NORD						
	E1A 110	0,3	1,14	4	1,368	11,52	N
		2,82	2,03	1	5,7246	9,7	E
	E1B 109	2,82	2,03	1	5,7246	9,7	E
	E1C 108	2,82	2,03	1	5,7246	9,7	E
	E1E 107	2,82	2,03	1	5,7246	9,7	E
	E1F 106	2,82	2,03	1	5,7246	9,7	E
	PASSADÍS	1,62	1,75	9	25,515	60,66	O
	REPLÀ N.	0,3	1,14	1	0,342	2,88	O
		0,35	1,14	1	0,399	2,98	N
	REPLÀ CENTRAL						
	W.C 105	0,22	1,14	1	0,2508	2,72	S
	W.C 104	0,22	1,14	1	0,2508	2,72	N
	PASSADÍS	1,78	1,2	1	2,136	5,96	O
		0,66	0,69	1	0,4554	2,7	O
		1,17	0,69	2	1,6146	7,44	O
	ZONA SUD						
	E2F 103	2,82	2,03	1	5,7246	9,7	E
	E2B 102	2,82	2,03	1	5,7246	9,7	E
	E2A 101	2,82	2,03	1	5,7246	9,7	E
		0,3	1,14	4	1,368	11,52	S
	PASSADÍS	1,62	1,75	4	11,34	26,96	O
		0,46	1,06	1	0,4876	3,04	S
	REPLÀ ESCALES (1r. PIS I PLANTA BAIXA)						
	REP.ESCL.	0,7	1,24	1	0,868	3,88	E
		0,51	1,27	2	1,2954	7,12	E
		0,63	2,08	1	1,3104	5,42	E

EDIFICI PRINCIPAL

|

		DIMENSIONS					
AULA		AMPLADA (m)	ALTURA (m)	QUANTITAT	SUPERFÍCIE (m2)	PERÍMETRE (m)	ORIENTACIÓ
P R I M E R P I S	ZONA NORD						
	E4E 010	2,12	1,83	1	3,8796	7,9	E
		0,3	1,14	4	1,368	11,52	N
	E4F 009	2,12	1,83	2	7,7592	15,8	E
	E3A 008	2,12	1,83	2	7,7592	15,8	E
	E3B 007	2,12	1,83	2	7,7592	15,8	E
	E3E 006	2,12	1,83	2	7,7592	15,8	E
	PASSADÍS	1,62	1,33	8	17,2368	47,2	O
	REPLÀ N.	0,35	1,12	1	0,392	2,94	N
	REPLÀ CENTRAL						
	W.C 005	0,22	0,55	1	0,121	1,54	S
	W.C 004	0,22	0,55	1	0,121	1,54	N
	PORTA PATI PRINCIPAL	0,68	1,45	2	1,972	8,52	E
	PORTA PATI PALMERES	0,44	1,26	2	1,1088	6,8	O
		0,82	1,18	2	1,9352	8	O
	ZONA SUD						
	A.OBERTA 2n 003	1,83	2,12	2	7,7592	15,8	E
	USEE 002	1,83	2,12	2	7,7592	15,8	E
	BIBLIOTECA 001	1,83	2,12	2	7,7592	15,8	E
		0,3	1,14	4	1,368	11,52	S
	PASSADÍS	1,62	1,33	4	8,6184	23,6	O
TOTAL:		92,56	86,17	196 finestres	289,05	887,74	TAULA 1

Recopilació de Dades (taula 1)

Per inicialitzar el nostre estudi amb el fi de disminuir les despeses dels aires condicionats i la calefacció hem de començar recopilant totes les dades necessàries d'on volem fer la millora, en aquest cas de les finestres.

A la taula 1 vaig registrar totes les mesures de les finestres (amplada i altura), la orientació en que és troba cada una d'elles i la seva superfície i perímetre. Totes aquestes mesures que vaig agafar ens seran molt útils per els càlculs que haurem de fer més endavant.

Pèrdues de Calor (taula 4, annex 1)

En la taula que trobem a l'annex 1 podem veure un seguiment de passos fins arribar a l'estalvi de pèrdues de calor que ens proporcionaria el nostre nou disseny de millora.

Explicació taula 4:

En la primera columna trobem el nom amb el codi de cada aula (plànol institut) i a continuació la superfície de vidre que trobem a cadascuna. En algunes aules com les que fan cantonada i als passadissos trobarem dos superfícies diferents. El motiu de perquè no sumem la superfície total d'aquella aula i les deixem en dos dades diferents és perquè cadascuna de les superfícies té una orientació diferent.

Abans de tot calcularem el coeficient de transmissió, per una banda el del vidre senzill i per l'altre el de doble vidre amb vinil.

$$K = \frac{1}{1/h_1 + e_1/\lambda_1 + e_2/\lambda_2 + 1/h_2}$$

h_1 : coeficient de convecció cara interior (admissió) (Kcal/(h· m² ·°C))

h_2 : coeficient de convecció cara exterior (emissió) (Kcal/(h· m² ·°C))

h_1 aire semiquiet = 7; h_2 aire carrer = 20; h_3 terra i sostre = 5

λ_i : conductivitat tèrmica del material (Kcal·cm/(h· m² ·°C))

e_i : espessor o gruix (cm)

K : coeficient de transmissió (Kcal/(h· m² ·°C))

λ cambra d'aire = 23,8 (Kcal/(h· m² ·°C))

λ vidre = 75 (Kcal/(h· m² ·°C))

$\lambda_{\text{vinil}} = 15,98 \text{ (Kcal/(h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C))}$

$e_{\text{cambra d'aire}} = 0,9 \text{ cm}$

$e_{\text{vidre}} = 0,5 \text{ cm}$

$e_{\text{vinil}} = 0,04 \text{ cm}$

- **Coefficient de transmissió vidre senzill (K)**

$$K = \frac{1}{1/7 + 0,5/75 + 1/20} = 5,012 \text{ (Kcal} \cdot \text{cm/(h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C))}$$

- **Coefficient de transmissió doble vidre amb vinil (K)**

$$K = \frac{1}{1/7 + 0,5/75 + 0,9/23,8 + 0,04/15,98 + 0,5/75 + 1/20} = 4,057 \text{ (Kcal} \cdot \text{cm/(h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C))}$$

Bé, un cop calculat els coeficients anem per les pèrdues de calor, només ens farà falta una nova dada: l'increment de temperatura. La superfície de cada finestra, el coeficient i la seva orientació ja els tenim.

- **Pèrdues de calor (Q)**

$$Q = K \cdot S \cdot (T_i - T_e)$$

K = Coeficient de transmissió (Kcal·cm/(h· m² ·°C))

S = Superfície

$\Delta T = (T_i - T_e)$ = Increment de temperatura



• **Recomanacions sobre confort tèrmic en oficines i aules:**

“ les condicions ambientals de temperatura i humitat afecten directament al confort dels treballadors i estudiants i a l'eficàcia en l'execució de les seves feines. La determinació d'unes condicions ambientals que satisfacin a tothom en una feina és difícil, però no impossible, donades les diferències entre les preferències de les persones.

Podem donar-se recomanacions de tipus general que es corresponen amb una situació de confort més o menys acceptada per tothom. Els paràmetres rellevants per aconseguir un confort tèrmic són els següents: “

Temperatura: la temperatura operativa òptima depèn de l'època de l'any. Els límits recomanats són els següents.

A l'estiu, de 23 a 26°C

A l'hivern, de 20 a 24 °C

Així doncs la temperatura interior que utilitzarem serà 22°C perquè la mitjana correcta seria aproximadament 23°C però com passem més temps a les aules a l'hivern que a l'estiu la baixarem un grau. Llavors per saber la temperatura exterior agafarem la mitjana de les mínimes anuals que dóna com a resultat 11,9°C. Hem agafat aquesta temperatura mitjana perquè és la que més s'aproxima per aconseguir l'increment de temperatura correcte. Normalment als mesos d'hivern l'increment de temperatura és d'uns 12°C a l'estiu d'uns 8 o 9°C, per tant amb les mitjanes de les mínimes obtenim un increment de 10,1°C.

Les pèrdues de calor a l'hivern pràcticament es donen durant la nit més que durant el dia, per tant agafarem la mitjana de les temperatures mínimes. En canvi a l'estiu les pèrdues de calor, més ben dit guanys de calor, es donen durant el dia per tant agafarem la mitjana de les temperatures màximes.

Mitjana temperatures màximes a l'estiu: $29,3^{\circ}\text{C} - \Delta T = 7,3^{\circ}\text{C}$

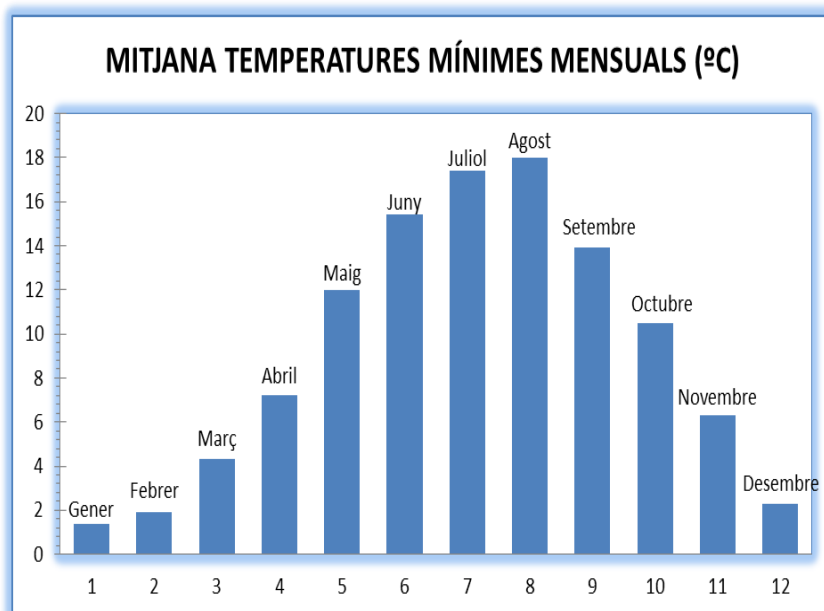
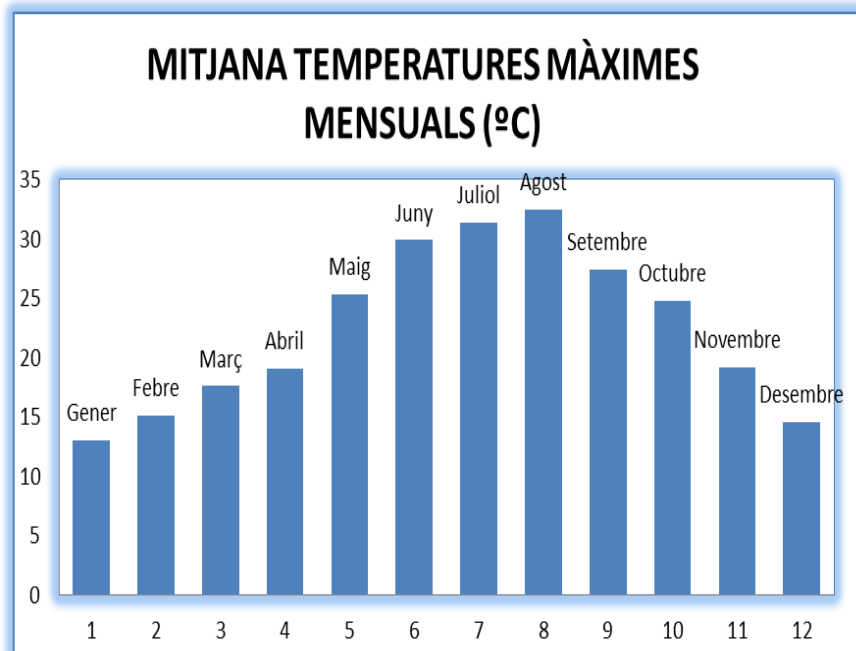
Mitjana temperatures mínimes a l'hivern: $4,9^{\circ}\text{C} - \Delta T = 17,2^{\circ}$

Aproximació de mitjana d'increments = 12,2°C

GRÀFICS TEMPERATURES AL BAIX EMPORDÀ

Mes	Mitjana temperatures mínimes
Gener	1,4
Febrer	1,9
Març	4,3
Abril	7,2
Maig	12
Juny	15,4
Juliol	17,4
Agost	18
Setembre	13,9
Octubre	10,5
Novembre	6,3
Desembre	2,3

Mes	Mitjana temperatures màximes
Gener	13
Febrer	15,1
Març	17,6
Abril	19,1
Maig	25,3
Juny	29,9
Juliol	31,4
Agost	32,5
Setembre	27,4
Octubre	24,8
Novembre	19,2
Desembre	14,6



Doncs... continuem fent l'explicació de la taula 4.

Ara ja tenim totes les dades necessàries per fer els càlculs de les pèrdues de calor (Q). Com ho podem veure a la taula, a la tercera columna, trobem les pèrdues amb vidre senzill i les pèrdues amb doble vidre i vinil en Kcal/h.

Després li segueix una nova columna que continua marcant les pèrdues de calor però aquest cop en Watts i tenint en compte l'orientació de cadascuna de les finestres.

Per fer el pas de Kcal/h, que és la unitat que obtenim en multiplicar la superfície, per l'increment de temperatura i per el coeficient de transmissió a watts hem de tenir en compte el següent factor de conversió:

$$\text{Exemple, aula LAB.QUÍ.210} \longrightarrow \frac{362,4 \text{ Kcal}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ J}}{0,24 \text{ cal}} \cdot \frac{1 \text{ w} \cdot 1 \text{ s}}{1 \text{ J}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} =$$

$$\frac{362,4 \text{ Kw}}{864} = 0,419 \text{ Kw} = \mathbf{419 \text{ w}}$$

A partir d'aquí ja tenim el que desitgem (les pèrdues en watts) i només ens falta adaptar-les depenent l'orientació que tenen. A l'edifici principal hi trobem de tot tipus de finestres: orientades al nord, sud, est i oest. Les que estan encarades cap a la banda nord tindran unes pèrdues de calor més gran, ja que és per la banda per on entra la tramuntana i és un vent molt fred. Les que es troben encarades cap al sud no tindran tantes pèrdues de calor com les demés, per aquesta banda hi trobem el vent de mar i acostuma a ser un vent bastant càlid. I respecte les altres dos orientacions, est i oest, les dues cares per on surt el sol i es pon, no hi ha cap efecte meteorològic a destacar. Hem de establir uns nombres, pròpiament escollits per nosaltres, perquè aquestes pèrdues que tenim, depenent la posició en que es trobin, tinguin unes pèrdues energètiques lo més correctes possible.



Nord : 1,2 Sud : 0,9 Est : 1 Oest: 1

Amb aquestes suposicions ens apropiarem més a les pèrdues veritablement correctes del centre. Al multiplicar les finestres del nord per 1,2 farà que les pèrdues siguin majors, cosa que ja és correcte perquè ho provoca la tramuntana. Les finestres del sud estan en contacte amb el vent de mar, un vent càlid per tant les pèrdues al ser multiplicades per 0,9 disminuiran. I per acabar les finestres situades a l'est i l'oest del centre mantindran les seves pèrdues, no hi ha cap fenomen que les faci augmentar o disminuir.

$$\text{Exemple, aula LAB.QUÍ.210} \longrightarrow \begin{aligned} &0,419 \text{ Kw} \cdot 1 \text{ (est)} = 0,419 \text{ Kw} \cdot 3600 \text{ s} = 1509 \text{ Kwh} \\ &0,0668 \text{ Kw} \cdot 1,2 \text{ (nord)} = 0,801 \text{ Kw} \cdot 3600 \text{ s} = 288 \text{ Kwh} \end{aligned}$$

Estalvi en les despeses energètiques dels A/C i calefacció

En l'apartat anterior hem realitzat un conjunt de passos fins arribar al nombre de pèrdues de calor que hi ha actualment: **61784 Kwh**, cada hora i les despeses que hi hauria si es dugués a terme el canvi proposat: **49933 Kwh**.

Amb la millora ens podríem estalviar un 20% de pèrdues de calor, això ens indica que les factures també podrien baixar fins a un 20% i seguiríem amb les mateixes condicions actuals, i encara podríem dir que millors perquè totes les sensacions de fred a causa de la penetració del vent a través de les finestres, la comoditat de poder gaudir del sol a l'aula sense la necessitat de córrer les cortines i amb la possibilitat de poder estar veient la pissarra correctament... tot això ens ho podríem estalviar i a més ens suposaria un gran alforrament econòmic i un ambient més confortable.

Si ho mirem des de la banda del consum per cada grup de receptors encara veurem més clar el que ens podríem estalviar amb cada un d'ells. Els aires condicionats estan gastant un 12% de les despeses totals i amb la millora es reduiria a un 9,6% i ens estalviaríem un 2,4% que amb el temps acabaria compensant al cost de la millora, juntament amb el 6,46% que ens estalviaríem dintre del 32,3%, de les despeses que genera la calefacció, i reduiríem de un trenta i tant per cent a un 25,84%. (gràfic 6)

3.2 L'enllumenat



Explicació de l'enllumenat a les aules

- Quin és el tipus de làmpada més adequada per les aules?

Els llums emprades en il·luminació d'interiors abasten gairebé tots els tipus existents en el mercat (halògenes, fluorescents, etc.). Els llums escollits, per tant, seran aquells els quals les seves característiques (fotomètriques, cromàtiques, consum energètic, economia d'instal·lació i manteniment, etc.) millor s'adaptin a les necessitats i característiques de cada instal·lació (nivell d'il·luminació, dimensions del local, àmbit d'ús, potència de la instal·lació ...)

Àmbit d'ús

Aules/Oficines

Enllumenat general:

Enllumenat localitzat:

Tipus de làmpades més utilitzades

fluorescents

làmpades d'alt rendiment i

halògenes de baixa tensió

- Luminàries per els tipus de làmpades adequades per les aules

Les lluminàries per làmpades fluorescents. S'utilitzen molt en oficines, comerços, centres educatius, magatzems, indústries amb sostres baixos, etc. per la seva economia i eficiència lluminosa. Així doncs, ens trobem amb una gran varietat de models que van dels més simples als més sofisticats amb sistemes d'orientació de la llum i apantallament (models amb reixetes quadrades o transversals i models amb difusors), però també s'accepta l'ús de fluorescents sense apantallament.

- Sistema d'enllumenat a les aules del centre

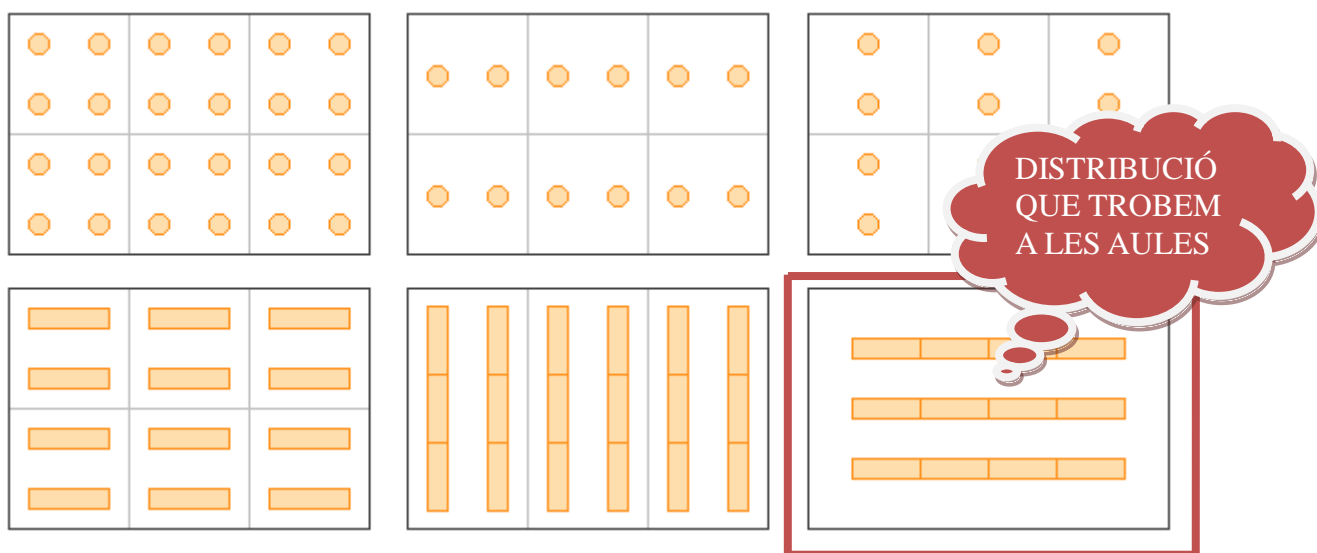
Quan una llum s'encén, el flux emès pot arribar als objectes de la sala directament o indirectament per reflexió en parets i sostre. La quantitat de llum que arriba directament o indirectament determina els diferents sistemes d'enllumenat amb els seus avantatges i inconvenients.

En la **il·luminació semidirecta** la major part del flux lluminós es dirigeix cap a terra i la resta és reflectida en sostre i parets. En aquest cas, les ombres són suaus i hi ha poc enlluernament. Només és recomanable per a sostres que no siguin molt alts i sense claraboies ja que la llum dirigida cap al sostre es perdria per elles.

Si el flux es reparteix al cinquanta per cent entre procedència directa i indirecta parlem **d'il·luminació difusa**. El risc d'enlluernament és baix i no hi ha ombres, el que li dona un aspecte monòton a la sala i sense relleu als objectes il·luminats. Per evitar les pèrdues per absorció de la llum en sostre i parets és recomanable pintar-les amb colors clars o millor blancs.

- Mètodes d'enllumenat

L'enllumenat general proporciona una il·luminació uniforme sobre tota l'àrea il·luminada. És un mètode d'il·luminació molt estès i s'usa habitualment en oficines, centres d'ensenyament, fàbriques, comerços, etc. S'aconsegueix distribuint les lluminàries de forma regular per tot el sostre del local.



L'enllumenat general localitzat proporciona una distribució no uniforme de la llum de manera que aquesta es concentra sobre les àrees de treball. La resta del local, format principalment per les zones de pas s'il·lumina amb una llum més tènue. S'aconsegueixen així importants estalvis energètics ja que la llum es concentra allà on fa falta. És clar que això presenta alguns inconvenients respecte a l'enllumenat general. En primer lloc, si la diferència de luminàncies entre les zones de treball i les de pas és molt gran es pot produir enlluernament molest. L'altre inconvenient és què passa si es canvien de lloc amb freqüència els llocs de treball, és evident que si no podem moure les lluminàries tindrem un seriós problema. Podem aconseguir aquest enllumenat concentrant les lluminàries sobre les zones de treball. Una alternativa és apagar selectivament les lluminàries en una instal·lació d'enllumenat general.

Fem servir **l'enllumenat localitzat** quan necessitem una il·luminació suplementària a prop de la tasca visual per realitzar un treball concret. L'exemple típic serien les llums d'escriptori. Recorrerem a aquest mètode sempre que el nivell d'il·luminació requerit sigui superior a 1.000 lux., hagi obstacles que tapin la llum provinent de l'enllumenat general, quan no sigui necessària permanentment o per a persones amb problemes visuals. Un aspecte que cal cuidar quan es fan servir aquest mètode és que la relació entre les luminàncies de la tasca visual i el fons no sigui molt elevada perquè en cas contrari es podria produir enlluernament molest.

- Depreciació de l'eficiència lluminosa i manteniment

El pas del temps provoca sobre les instal·lacions d'enllumenat una disminució progressiva en els nivells de luminància. Les causes d'aquest problema es manifesten de dues maneres. D'una banda tenim el embrutiment de llums, lluminàries i superfícies on es va dipositant la pols. I d'altra tenim la depreciació del flux de les làmpades.

En el primer cas la solució passa per una neteja periòdica de llums i lluminàries. I en el segon per establir un programa de substitució de les làmpades. Encara que sovint es recorre a esperar que fallin per canviar-les, és recomanable fer la substitució per grups o de tota la instal·lació al mateix temps segons un programa de manteniment. D'aquesta manera assegurarem que els nivells de luminància real es mantinguin dins dels valors de disseny de la instal·lació.

Propostes de millora

Al centre la majoria d'aules estan formades per un sostre d'obra vista amb peces de formigó posades entre bigues que van formant revoltons (imatge 1.3). Després trobem les aules del segon pis, parlant de l'edifici que estem treballant, que tenen un sostre piramidal amb bigues de formigó i plaques d'aïllament (imatge 1.4).



A les aules (1.3) el sostre d'obra vista té una gran influència en les despeses energètiques lumíniques. Els colors foscos, com és en aquest que es mantenen amb el gris del formigó, en una il·luminació semidirecta, com la que tenen les aules del centre, la major part del flux lluminós es dirigeix cap a terra i la resta reflectit al sostre i a les parets. Per evitar en aquests casos les pèrdues per absorció de la llum pel sostre i les parets es recomana pintar-les amb colors clars o millor blancs. Per una banda, per disminuir les nostres expenses anuals, seria molt útil pintar els nostres sostres amb pintura blanca que no afectaria a l'estètica, ja que

actualment està tal qual com es va construir amb el formigó i sense cap capa de pintura. També seria útil pintar les parets de blanc però la majoria d'elles al segon pis estan ocupades per mobiliaris, al primer pis a la zona est de l'aula trobem els grans finestrans que ocupen pràcticament tota la paret i a la zona sud les pissarres, és a dir que la millora que guanyaríem amb aquest canvi tampoc seria molt gran. I per últim, en la planta baixa potser és la zona on queda al descobert més part de paret però tot i així les que fan de separadores d'aules ja estan pintades de colors clars i a l'altre paret oposada és on trobem, com ja he dit, la pissarra.

A partir d'aquí se'ns a presentat un nou plantejament: l'estudi econòmic, temps d'amortització... de les millores possibles per reduir les despeses energètiques lumíniques, que representen un 42,4% de les despeses totals del centre (gràfic 5). Serà una bona millora pel centre?

Per l'antre banda, en un principi, també em vaig plantejar un altre millora possible per estalviar cales, que bàsicament és el nostre propòsit. Vaig pensar en canviar tots els fluorescents actuals per fluorescents de LED's. Al seu inici tot eren motius a favor, vaig comparar les qualitats d'un amb les d'un altre i els fluorescents LED's la veritat és que tenen molt a guanyar, però el seu preu em va fer decidir que potser aquesta millora la podríem fer d'aquí uns anys quan aquest tipus de tubs

fluorescents es comencessin a introduir més en el mercat i el seu preu disminuís. Actualment no és un aparell gaire comú al mercat, encara la majoria de edificis que tenen fluorescents per la il·luminació interior mantenen els fluorescents de mercuri i aquest encara no.

Em vaig proposar a fer una petita comprovació si el canvi de llums em sortiria a compte o no.

Canviar tots els llums de l'edifici em suposava aproximadament uns 40000 euros. El preu actual d'un fluorescent LED és aproximadament d'uns 60 o 70 euros, una mica cars, tot i que a mesura que vagi agafant prestigi al mercat el seu preu baixarà.

Encara que el canvi de fluorescents no consti com una proposta escollida per la millora sinó com una idea pel futur aquí deixo un grapat de característiques per situar-se'n com és un i l'altre:



- Comparativa fluorescents convencionals i fluorescents de baix Consum de LED's

La lluminària fluorescent, també anomenada tub fluorescent, és una lluminària que compta amb una làmpada de vapor de mercuri a baixa pressió i que és utilitzada normalment per a la il·luminació domèstica i industrial.

El gran avantatge de les lluminàries fluorescents a un altre tipus de llums, com les incandescents, és la seva eficiència energètica, arriba als 104 Lm / W, però els LEDs de llum blanca amb eficiència lluminosa de 150lm / W, utilitzant un corrent de polarització directa de 20mA., és aproximadament 1,7 vegades superior a la del llum fluorescent amb prestacions de color altes (90lm / W) i aproximadament 11,5 vegades la d'un llum incandescent (13lm / W). la seva eficiència és fins i tot més alta que la de la llum de vapor de sodi d'alta pressió (132lm / W), que està considerada com una de les fonts de llum més eficients. Una altra gran avantatge de la làmpades fluorescents és que tenen una llarga vida útil, superior a les 8.000 hores que en els llums de LED és de 50.000.

Però, l'ús de les làmpades i tubs fluorescents té implicacions ambientals, ja que contenen Mercuri, un potent contaminant. Cada llum conté mil·ligrams d'aquest metall.

Avantatges de la il·luminació amb LEDs:

- fiabilitat
- major eficiència energètica
- major resistència a les vibracions
- millor visió davant diverses circumstàncies de il·luminació
- menor risc per el medi ambient

- capacitat per operar de forma intermitent de manera continua
- resposta ràpida
- Fins a un 15% més d'il·luminació que qualsevol Fluorescent del mercat
- Manteniment nul
- No necessari cebador o reactància per operar per tant no consumeix potència reactiva
- Cos 100% de alumini, millora la dissipació d'energia i vida útil

L'únic problema que els he vist és que sí, són resistents a cops, no es trenquen si cauen, però el seu punt feble són els contactes. Com podeu veure a la imatge, si us fixeu, estan doblats, i és que són uns fluorescents que actualment encara s'utilitzen per fer proves més que per cap altre cosa, això ens indica que encara podrien millorar algunes característiques d'aquests llums, tot i que un 90% d'ells són avantatges, menys el preu i quatre retocs que necessiten.



La instal·lació d'aquests "tubs fluorescents" de LED's és molt senzilla. Has de posar els 230V entre els dos borns del tub, eliminant el cebador. Si vols, també pots eliminar la reactància però, segons sembla, no és imprescindible (si la elimines, consumeixes menys potència reactiva, el que sempre és bo en una instal·lació).

Comparació relativa de l'eficàcia i el lúmens entre les làmpades fluorescents de LEDs i les làmpades fluorescents convencionals

LÀMPADES DE LED's			LÀMPADES FLUORESCENTS		
Potència (W)	Sortida (lm)	Eficàcia (lm/W)	Potència (W)	Sortida (lm)	Eficàcia (lm/W)
18	1440	80	18	1200	60
30	2550	85	30	2200	73.3
50	4000	80	50	3600	72
60	5000	83,3	HO 60	4050	67.5
100	8500	80	HO 100	7700	77

Aquestes taules ens mostren les sortides en lúmens de totes dues làmpades en relació als Watts que consumeixen, i amb aquestes dades obtenim l'eficàcia de la làmpada expressada en lm/W.

Estalvi en les despeses energètiques lumíniques

El dia 15/10/10 vaig mesurar la luminància d'un mateix fluorescent amb el sostre de formigó, tal com es troba a les aules, i amb el sostre de color blanc (fent un simulacre de com estaria després de la millora), per comparar la diferència entre un i l'altre. Vaig obtenir 830lux. (amb sostre de formigó) i 960lux. (amb sostre blanc). Hem de tenir en compte que les mesures van ser pressos a les quatre de la tarda per tant la llum exterior i la petita influència lluminosa que rebia dels altres fluorescents del voltant també participaven en aquest càlcul.

El dia 18/10/10 vaig tornar a fer les mateixes mesures però aquest cop amb més precisió. Vaig anar sense llum externa, al voltant de les 7 del vespre, vaig treure tots els fluorescents que estaven al seu voltant i podien provocar que la luminància variés. Els resultats van ser: 172 lux. (amb el sostre de formigó) i 293 (amb sostre blanc). La diferència en valor absolut va ser més reduïda que en la experimentació anterior però en valor relatiu va ser més destacable aquesta última i a més n'és més precisa. La diferència en valor relatiu és destacable perquè a la primera pràctica tenim en compte tota la il·luminació exterior i d'altres receptors que es troben encesos i en canvi aquí només rebem la luminància d'un sol fluorescent. Tot i així hem de tenir en compte que les condicions del fluorescent no serien les mateixes els dos dies, la utilització provoca que es vagi desgastant i la llum emesa vagi reduint. A l'hora de mirar l'augment de luxes que ens donaria un cop estigués fet el nostre plantejament de millora ens guiarem per les mesures del dia 18 que són les més fiables, descartant el desgast que ha pogut haver-hi d'una data a l'altra depenent del temps que s'hagi utilitzat.

15/10 : (960lux. - 830lux. = 130lux.) 130 luxes de diferència entre el sostre actual i blanc.

18/11 : (293lux. - 172lux. = 121lux.) 121 luxes de diferència entre el sostre actual i blanc.

Laboratori de Química 210

Al laboratori hi trobem 28 fluorescents, amb les condicions actuals obtenim (28f. * 172lux. = 4816lux.) i si considerem amb la millora feta, sostres pintats de blanc, tenim (28f. * 293lux. = 8204lux.) presenta un augment de 3388lux. a l'aula.

Volem mantenir els luxes que hi ha a cada classe actualment, per tant: ara necessitem 28 fluorescents per tenir 4816 lux, en canvi amb sostre blanc amb 17 fluorescents en faríem més que de sobres (17f. * 293lux. = 4981lux.), ens podríem arribar a estalviar fins un 39,3%, **aproximadament el 40%** de les despeses elèctriques consumides pels llums.

(Si ho volem comprovar mirem si coincideixen els resultats amb aules diferents).

Departament Ciències Naturals 209

Al departament hi trobem 8 fluorescents, per tant ($8f. \cdot 172\text{lux.} = 1376\text{lux.}$) amb el sostre de formigó. Si volem tenir la mateixa luminància a l'aula però amb el sostre de formigó pintat de blanc necessitarem ($1376\text{lux.} / 293\text{lux./fluo.} = 4,7 \text{ fluo.} = 5 \text{ fluorescents}$), això ens indica que amb un 62% dels fluorescents que trobem a l'aula, un cop feta la millora, obtindrem la mateixa luminància que actualment, per tant ens estalviarem 38% en despeses.

Podem fer-ho d'un altre manera per veure com és exactament el 40% el que ens podríem estalviar en les despeses:

Luxes fluorescent actualment: 172 lux.

Luxes fluorescents amb millora: 293 lux.

Amb la millora feta encara no s'aprofitaria tota la il·luminació perquè estem parlant d'unes aules amb una il·luminació general semidirecta on les parets i els sostres absorbeixen una part de la il·luminació. Les parets absorbirien un 10% de la llum, per tant la luminància emesa certament és de ($293 \text{ lux} + 10\%$) = 322 lux. Sense millora en canvi és perd un 50 % de la il·luminació emesa, així que seria ($322 \text{ lux} - 50\%$) = 170, aproximadament. Des d'un inici amb els tant per cents hem anat arrodonint xifres per això no ens dona exacte. Llavors amb millora desaprofitem un 10% de la llum i sense millora un 50% per tant, si duguéssim a terme el projecte ens podríem estalviar un 40% de les pèrdues per absorció i un **- 40% en les factures anuals.**

A la gràfica 6, ja estudiada prèviament amb l'estalvi en les despeses de gasoil i bombes de calor, podem veure representat l'estalvi que ens representaria aquesta millora dintre de les despeses totals. Les despeses lumíniques ocupen un 42'40% dintre del total i això es podria reduir a unes expenses del 25,4% i un estalvi del 17%.

MILLORA DEL CONSUM D'ALGUNS RECEPTORS

CONSUM ANUAL ACTUAL(Euros)

CONSUM ANUAL AMB MILLORA (Euros)

CALEFACCIÓ

5136,41

Amb la nova proposta de millora ens estalviem un 20% de pèrdues de calor, per tant el consum també baixarà un 20% i seguirem amb les mateixes condicions actuals.

4109,13

AIRES A/C

1930,37

1544,3

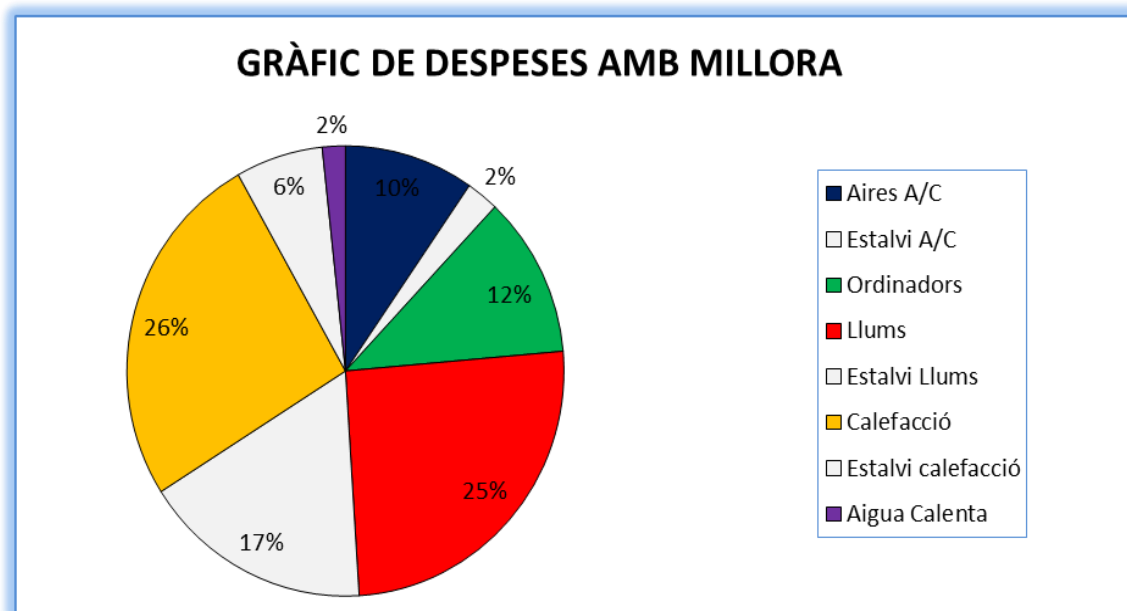
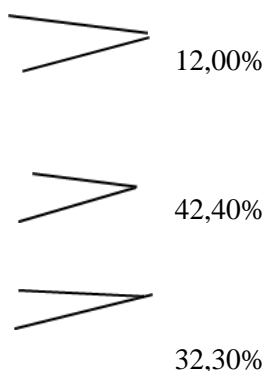
LLUMS

6830,71

Amb la nostra millora aconseguirem reduir un 40% les despeses elèctriques i continuarem amb les mateixes condicions lumíniques actuals.

4098,43

RECEPTORS	DESPESES
Aires A/C	9,60%
Estalvi A/C	2,40%
Ordinadors	11,60%
Llums	25,40%
Estalvi Llums	17%
Calefacció	25,84%
Estalvi calefacció	6,46%
Aigua Calenta	1,70%
	100,00%



Nivells mínims d'il·luminació en els llocs de treball

Els fluorescents del centre tenen una potència de 58watts i un rendiment lluminós que pot estimar entre 50 i 90 lúmens per watt (lm/W). Actualment hi podem trobar dels fabricants OSRAM o PHILIPS fluorescents amb gran eficàcia. Els llums fluorescents OSRAM FH (fluorescents d'alt rendiment) han obert un nou camí en estalvi energètic i lumínic. L'eficàcia lluminosa és de 104 lm/W, significa un 5% més que els llums fluorescent comú de tres bandes. A més a més presenten un diàmetre del tub de només 16mm i la temperatura ambient per l'òptim flux lluminós s'ha variat de 25°C a 35°C perquè la lluminària pugui donar més llum. Són fins a un 20% més eficient que LUMILUX làmpades T8, uns dels que més circulen pel mercat avui dia. Són nous sistemes molt eficients i cars. En canvi el LUMILUX làmpades T8 (també de l'empresa OSRAM) tenen unes qualitats més semblants als fluorescents del nostre centre. Presenta una eficàcia lluminosa més reduïda, al voltant dels 80 o 90 lm / W.

Considerem que els nostres fluorescents tenen un eficàcia de 50 lúmens per watt, aproximadament, perquè aquests tipus de fluorescents no tenen un període de vida tan llarg com els de LEDs i cada cert temps haurien de ser canviats, però no és sempre així i el que passa és que sempre esperem fins el moment que fallen per canviar-los. Es podria dir que al centre encara hi ha forces aules que mantenen fluorescents molt antics que al no haver fallat no han sigut canviats. Aquests fluorescents tenen actualment una eficàcia lluminosa de 30 lúmens per watt, arrodonint amb el temps que hi porten actius. En canvi les llums que es van instal·lant actualment, de llum freda, són molt més eficaços que els antics, i el temps que porten actius és molt més inferior.

Els fluorescents tenen una llarga vida útil, aproximadament al voltant de les 9000 hores, si els comparem amb altres tipus de llums com serien les incandescents, les quals van prohibir la seva venda a alguns indrets fora de la Unió Europea el 2008 i a Catalunya al 2009. Al nostre centre passen encesos al voltant d'unes 1620 hores al any per això tots els fluorescents que trobem, o bé de llum càlida o freda, que porten actius més de 6 anys ja haurien d'haver siguts canviats. D'aquesta manera podríem també millorar l'eficàcia del enllumenat a les aules.

9 hores lectives al dia · 5 dies lectius a la setmana · 4 setmanes al mes · 9 mesos a l'any = 1620 hores/any

9000 hores / 1620h/any = 6 anys (durada d'un fluorescent a l'aula)

- **A les aules hi ha la il·luminació adequada?**

La il·luminació dels llocs de treball ha de permetre que els treballadors disposin de condicions de visibilitat adequades per poder circular i desenvolupar les seves activitats sense risc per a la seva seguretat i salut.

Tasques i classes de local	Lluminositat mitja en servei (lux)		
	Mínim	Recomanat	Òptim

Zones generals d'edificis

• Zones de circulació, passadissos	50	100	150
• Escales, escales mòbils, robers, lavabos, magatzems i arxius	100	150	200

Centres docents

• Aules, laboratoris	300	400	500
• Biblioteques, sales d'estudi	300	500	750

Fluorescent → 50 lm / W ; 58 W

$$\text{Lluminositat Aula 209} \rightarrow \frac{50 \text{ lm} \cdot 58 \text{ W}}{\text{W}} = \frac{2900 \text{ lm} \cdot 8 \text{ fluorescents}}{27,2 \text{ m}^2} = 853 \text{ lux.}$$

$$\text{Lluminositat Aula 210} \rightarrow \frac{50 \text{ lm} \cdot 58 \text{ W}}{\text{W}} = \frac{2900 \text{ lm} \cdot 28 \text{ fluorescents}}{89,76 \text{ m}^2} = 904 \text{ lux.}$$

$$\text{Lluminositat Aula 210} \rightarrow \frac{50 \text{ lm} \cdot 58 \text{ W}}{\text{W}} = \frac{2900 \text{ lm} \cdot 12 \text{ fluorescents}}{34 \text{ m}^2} = 1023 \text{ lux.}$$

- Podem dir que les nostres aules tenen lluminositat mitjana de 930 lux.

La lluminositat mai es pot aprofitar tota, sempre hi ha un tant per cent que és absorbida pel sostre i parets, per això havíem dit que és recomanable pintar-ho de blanc, ja que els colors foscos absorbeixen més la llum que no pas els clars, i menys si és blanc. Així doncs per comparar la lluminositat que hi tenim a les nostres aules amb la lluminositat adequada que hi hauria d'haver-hi tindrem en compte la següent suposició:

- A les nostres aules trobem una distribució de la llum semidirecta, exactament una il·luminació difusa, un 50% del flux lluminós va dirigit cap el terra i l'altre 50% és absorbit per les parets i el sostre de formigó. Si tinguéssim el sostre d'un color més càlid, o blanc, les pèrdues lumíniques absorbides per les parets i el sostre blanc reduiran, serien d'un 10% i l'altre 90% seria el que enfocaria directament al terra. Per tant la lluminositat mitjana de 930 lux reduirà depenent l'estat de l'aula, uns colors o uns altres farà variar-la.

(ens guiem per les taules de nivells recomanables d'il·luminació en diferents zones)

- Il·luminació amb el sostre de formigó: $(930 \text{ lux} - 50\%) = 465 \text{ lux}$

Està dintre del nivell recomanat d'il·luminació per les aules però en la majoria de taules marca que el ideal hauria de ser uns 750 lux.

- Il·luminació amb el sostre de color blanc: $(930 \text{ lux} - 10\%) = 837 \text{ lux}$

En canvi amb una petita millora ja podríem assolir un nombre de luxes més adequats per la nostra zona d'estudi. Als laboratoris, aules de dibuix, tallers de tecnologia... si s'hagués de dur a terme qualsevol tipus de treball manual, muntatge d'instruments i petits mecanismes de precisió, components electrònics... podríem aconseguir la il·luminació correcta amb un enllumenat localitzat, que ens permetria arribar als 1000 lux perfectament.

Recopilació de Dades (taula 3)

Bé, com hem dit, finalment acabarem duent a terme una de les dues millores proposades: pintar els sostres de les aules amb pintura blanca. Per poder calcular el pressupost de la millora i el temps d'amortització prèviament hem de recollir un conjunt de dades. A la taula nº3 trobem registrades totes les mides (amplada \times llargada) de cada aula i a la quarta columna la superfície total de cada una. La superfície total ens indica els m² de sostre que haurem de pintar.

SUPERFÍCIE SOSTRES

		DIMENSIONS		
AULA		AMPLADA (m)	LLARGADA (m)	SUPERFÍCIE (m2)
T E R C E R P I S	ZONA NORD			
	LAB QUÍ. 210	6,8	13,2	89,76
	D.CN-FQ 209	6,8	4	27,2
	LAB. CN.208	6,8	12,4	84,32
	LAB.FÍS. 207	6,8	8,4	57,12
	206	6,8	4	27,2
	ZONA SUD			
	INF2 203	6,8	8,2	55,76
	DIB. 202	6,8	8,2	55,76
	INF1. 201	6,8	9,2	62,56
S E G O N P I S	ZONA NORD			
	E1A 110	6,8	9,2	62,56
	E1B 109	6,8	8,2	55,76
	E1C 108	6,8	8,2	55,76
	E1E 107	6,8	8,2	55,76
	E1F 106	6,8	8,2	55,76
	ZONA SUD			
	E2F 103	6,8	8,2	55,76
	E2B 102	6,8	8,2	55,76
	E2A 101	6,8	9,2	62,56
P R I M E R P I S	ZONA NORD			
	E4E 010	6,8	9,2	62,56
	E4F 009	6,8	8,2	55,76
	E3A 008	6,8	8,2	55,76
	E3B 007	6,8	8,2	55,76
	E3E 006	6,8	8,2	55,76
	ZONA SUD			
	A.OBERTA 2n 003	6,8	8,2	55,76
	USEE 002	6,8	5	34
	BIBLIOTECA 001	6,8	12,4	84,32
TOTAL:		163,2	202,8	1379,04

TAULA 3

4. PRESSUPOST DE LES MILLORES:

4.1 En Calefacció i Bombes de Calor

- Cost de les millores aplicades a les 196 finestres de l'edifici principal

Per poder obtenir el cost de les millores aplicades per disminuir les despeses energètiques elèctriques i de gasoil he escollit dos camins. Per una banda tinc el pressupost de la col·locació dels vidres i de la col·locació del vinil per totes les finestres de l'edifici principal, però vaig trobar que el pressupost del vinil sortia molt costós i vaig elaborar jo mateixa un pressupost propi.

El dia 3/12/10 em vaig dirigir a una de les aules del institut, concretament al laboratori de ciències naturals, i vaig calcular el temps que es triga en col·locar 1m2 de vinil i 4,35m de tira de cautxú de 9mm de gruix, que era exactament la mida de unes de les finestres.

VIDRE

El pressupost de la col·locació d'un doble vidre de 5mm de gruix surt aproximadament al voltant dels 15193,69 euros. Vaig demanar a diverses cristalleries pressupost per la instal·lació d'un vidre de 5mm de gruix, a les 196 finestres que es troben a l'edifici principal, i vaig escollir el més assequible.

Els preus dels pressupostos (annex 2) són els següents:

Cristalleries D-Tall : **15193,69 euros** (treure llistó de fusta, col·locar vidre i tornar a posar el llistó)

Cristalleries Sant Antoni: 14763,97 euros (col·locació del vidre)

El motiu de perquè vaig escollir el primer pressupost (Cristalleries D-Tall) que puja uns 430 euros més que l'altre va ser perquè en aquest ja es conta la col·locació del llistó, un cop instal·lat el segon vidre, i si l'havien de llimar perquè es sobresortia o qualsevol altre problema que ens pogués portar ja entrava dins del pressupost, a més la seguretat que en van transmetre i la bona explicació sobre el treball que haurien de fer a la casa era molt més bona. En canvi (cristalleries Sant Antoni) sortia més assequible però no sabem el que ens podria pujar la feina dels llistons. La inseguretat que mostraven davant la feina a la que s'havien d'enfrontar i la escassa informació va fer que m'inclinés cap a l'altre empresa.

Amb el pressupost del vidre, a diferència del vinil i les tires del cautxú, no vaig tindre l'oportunitat d'elaborar el meu propi pressupost perquè la instal·lació d'un vidre no és gaire senzilla i és una feina específica per persones especialitzades en aquesta feina, qualsevol operador no podria dur a terme

aquest treball, és a dir, jo mateixa no podia instal·lar un vidre per calcular el temps que es triga instal·lant (X) metres quadrats i comprar els 290m² que formen les 196 finestres de tot l'edifici principal i així elaborar jo mateixa els costos. Per tant, com he dit, ens quedem amb el pressupost escollit.

TIRA DE CAUTXÚ

La tira de cautxú no te gaires complicacions a l'hora de la seva aplicació. L'operari l'hauria de col·locar al mateix temps que el vidriaire va traient els llistons de fusta per poder instal·lar el segon vidre, llavors aquí mig, entre la feina de treure el llistó i instal·lar el segon vidre, vindria la feina del nostre treballador.



D'entrada agafem un dels nostres rotllos de 25m de cautxú de 9mm de gruix i comencem a adherir-lo per una de les cantonades del marc de fusta de la finestra, al arribar a la pròxima cantonada amb una espàtula premem la tira perquè quedi més ajustada en aquest perpendicularitat, i així successivament. Finalment al arribar a l'inici del nostre procés tallem la tira ben justa perquè no quedi cap separació entre l'inici i el final.

La col·locació de la tira en una de les finestres del laboratori amb un perímetre de 4,35m. aproximadament em va suposar dedicar-li 4,05min. amb un acabat perfecte.

A l'operari li pagarem a 15 euros l'hora. És un preu potser una mica baix, ja que la mitjana de hora pagada a Catalunya està al voltant dels 19 euros, però estem parlant d'un pressupost actual, on trobem la majoria d'oficis amb salaris reduïts, per tant l'hora en general també ha patit un descens.

$890 \text{ m} * 4,05\text{min}/4,35\text{m} = 828,62\text{min.} = 13\text{h. } 49\text{min.} = 14\text{h.} * 15\text{euros/h} = \mathbf{210\text{euros.}}$

El preu de 890 metres de tira de cautxú (TESA Cautxú 5464 25mts 9mm) és de **430,56 euros.**

TOTAL: 640,56 euros.

VINIL

Com he esmentat més amunt els pressupostos que vaig obtenir de dues empreses diferents de la col·locació del vinil els trobava molt costosos (annex 3). Vaig demanar pressupost a Rètols Futura, Palamós i el cost de la instal·lació era d'uns 12140 euros si instal·làvem vinil interior i 15900 amb vinil exterior, que dona més anys de vida. A més a més vaig demanar pressupost a Protecsol

Franquincias, una empresa de Barcelona que es dedica únicament a col·locacions de vinils, làmines solars... vaig pensar que era una empresa gran i que el pressupost que realitzarien seria més baix. Va ser així però ells mateixos m'oferien a 9,30 euros/m² i en canvi si ells m'instal·laven els 290m² de vinil el pressupost em pujava a 9829,40euros. Els vaig preguntar que perquè es produïa aquest augment de preu tan gran entre (9,30euros/m² * 290m² = 2697 euros de material) i el cost total, (9829,40euros – 2697euros = 7132,4euros per trasllat i mà d'obra), i l'única explicació va ser que els treballadors que hi havia a l'empresa eren professionals i feien una instal·lació excel·lent. Això va ser el que em va fer proposar-me fer jo mateixa de operaria i mirar el temps que trigaria i a partir d'aquí començar a elaborar el meu propi pressupost.

Rètols Futura (Palamós) : 12140 euros (vinil interior)

15900 euros (vinil exterior)

Protecsol Franquincias (Barcelona) : **9,30 euros/m²**

pressupost: 9829,4 euros

El vinil requereix el seu temps de col·locació. Nosaltres l'aplicarem a la zona interior del vidre abans que els vidriaires els col·loquin, un cop instal·lada la tira de cautxú. És a dir en el moment que els vidriaires portin els vidres al centre nosaltres agafarem un per un i anirem col·locant el vinil, de tal manera que els alumnes no puguin fer que el seu deteriorament sigui major del que hauria de tindre. Primer de tot hem de remullar lleugerament amb un spray fi el vidre, amb aigua i una mica de sabó, aconsellable que a cada litre i posem una petita gota de sabó. Un cop fet el primer procés li treiem el plàstic que acompanya la cara del vinil que serà adherida al cristall i l'apliquem a la superfície. Gracies a la humitat que hi trobem entre superfície i vinil podrem aplicar-li diversos moviments per aconseguir la posició exacte que volem. Comprovem que està completament adherit, sense bosses i comencem a tallar amb un cúter tot el que es sobresurt del cristall, i amb una espàtula, des de el centre cap els costats, anem desplaçant-la fins que extrèiem tota l'aigua i es quedi llis sense camp bombolla. Ho comencem a fer suaument i anem augmentat la força a mesura que es vagi adherint. Ara ja tenim correctament instal·lat el que desitjàvem però potser ens queda alguna bombolla que la podrem treure amb un drap, de la mateixa forma que hem fet amb l'espàtula. Finalment hem de deixar assecar aproximadament un hora i ara ja podrem gaudir del nostre vinil.



La col·locació completa d'1m2 de vinil em va suposar aproximadament uns 10 minuts de feina, si considerem que la superfície total de vidre a l'edifici principal és de 290m2 significa que:

$$290 \text{ m}^2 * 10\text{min./1m}^2 = 2900\text{min.} = 48\text{h. } 20\text{Min.} = 49\text{h.} * 15\text{euros/h} = \mathbf{735\text{euros.}}$$

A l'operari li pagarem l'hora igual que el que col·locarà les tires de cautxú, per tant a 15 euros l'hora.
 $9,30 \text{ euros/m}^2 * 290\text{m}^2 = \mathbf{2697\text{euros.}}$

TOTAL: 3420,9 euros.

- POSSIBLES PREGUNTES QUE ES PODRIA FORMULAR UN OPERARI A L'HORA DE COL·LOCAR EL VINIL

En el moment de fer la col·locació del vinil em vaig plantejar un conjunt de preguntes les quals ara deixaré com a model a seguir per qualsevol altre operari que hagués que realitzar aquesta feina i no tingués molta informació sobre aquest tema en concret:

- Puc instal·lar els vinils jo mateix?

Sí, és molt fàcil, només has de llegir les instruccions de col·locació que s'adjunten amb la teva comanda i seguir pas a pas. Sinó a internet podem trobar pas a pas detalladament.

- On puc situar el vinil?

Els vinils s'adhereixen perfectament a superfícies llises com parets no rugoses, vidres, ceràmics etc. El que has de tenir en compte és no posar a prop d'una font de calor, ni en llocs humits. Si acabes de pintar la paret, espera 3 setmanes abans de col·locar el vinil. Si ho poses sobre una paret empaperada, tingues en compte que el vinil enlairarà el paper al retirar-lo.

- Puc canviar de lloc el vinil?

No, un cop posat, si ho desenganxes perdrà la seva adherència, així que abans de posar-ho presenta'l sobre la superfície per veure prèviament la posició que més t'agrada. Els vinils es poden extreure, però no utilitzar-los després d'un primer ús.

- Quina durada tenen els vinils?

Els vinils tenen una durada il·limitada en interiors. Si desitgessis posar-los en un exterior, o a terra s'hauria de mirar el temps meteorològic al que s'hauria de sotmetre, a la utilitat que hi tindria si estigués al terra...

- Com desenganxo el vinil?

Els vinils es poden retirar fàcilment sense danyar la superfície, aplicant calor amb l'ajuda d'un assecador de cabells. Començar a retirar-lo des de les puntes lentament i amb cura, per no fer malbé la superfície, en el cas que fos delicada.

- Puc posar el vinil sobre el vidre d'una finestra?

Si, et recomanem que utilitzis el color glacejat opal, per no treure llum al teu espai. La millor manera de posar-lo és mullar el vidre i la cara adhesiva del vinil amb un ruixador, d'aquesta manera evitaràs la formació de bombolles.

PRESSUPOST TOTAL

Ja hem escollit el millor preu en cadascuna de les millores que volem realitzar, ara només ens falta obtenir el total per comprovar que ens és útil fer aquesta millora o només ens presentarà una despesa sense sentit.

Doble Vidre: 15193,69 Eur.

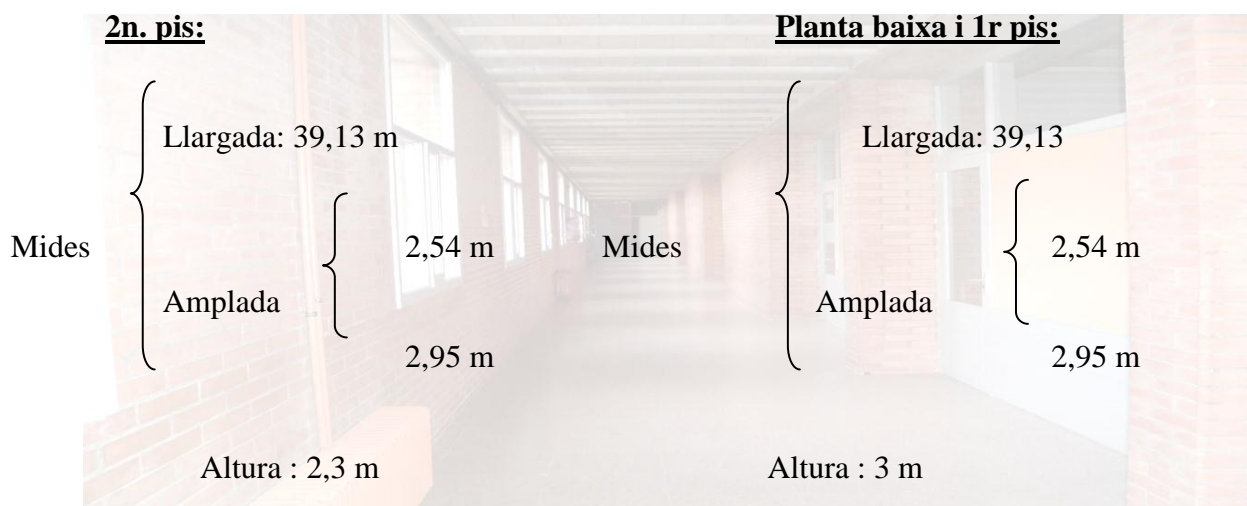
Tira de cautxú: 640,56 Eur.

Vinil: 3420,9 Eur.

Total: 19255,15 = 19260 Eur.

4.2 En l'enllumenat

El pressupost que s'ha d'elaborar per la millora de l'enllumenat tracta en calcular les hores necessàries per pintar els 1400 m² i la pintura que es necessitaria per fer dues capes blanques a tots els sostres de les aules. Els passadissos no entraran dintre del pressupost perquè considero que no és cap tipus de millora necessària, si es pintessin seria més bé per estètica que per cap altre cosa. Amb la il·luminació que hi ha ja en tenim més que suficient, amb **200 lux**. ja en faríem, a més és una zona on els fluorescents no estan encesos durant totes les hores lectives del centre, s'acostumen a posar en actiu els dies molts foscos i per les tardes, llavors no sortiria a compte pintar tots els sostres, seria més car el pressupost que les despeses que ens arribaríem a estalviar en molt de temps. També cal afegir que aquestes zones, la major part dels dies, tenen la il·luminació suficient amb la solar que entra per les finestres.



Lluminositat $\longrightarrow \frac{50 \text{ lm}}{\text{W}} \cdot 58 \text{ W} = \frac{2900 \text{ lm} \cdot 9 \text{ fluorescents}}{107,4 \text{ m}^2} = 243 \text{ lux.}$

Passadís planta baixa

Vaig demanar dos pressupostos diferents (annex 3), un va ser a l' Enric Llaster de Pintures industri- als i decoratives de Palamós. És un conegut que treballa per sí mateix amb la seva pròpia empresa. Al treballar per feines petites com: pintures de caire domèstic, alguna façana... el pressupost em va pujar a 8590,4 euros, i contava amb tapar terres, portes... amb paper i cinta, pintar amb una primera capa de pintura plàstia de color blanc, repassar possibles esquerdes i forats amb massilla, i pintar amb una segona capa de pintura plàstica de color blanc els 1400 m².

Des del seu principi ja vaig veure que era una mica car i vaig tornar a demanar un nou pressupost amb les mateixes qualitats a una empresa de la Bisbal de l'Empordà: Manila Gestión Inmobiliaria, SL – asistencia completa a su hogar -, els quals tenen operaris per tot tipus de feines: pintors, fontaners, lampistes, paletes... i el pressupost em va baixar a 5603,48 euros, un preu més raonable. Finalment el pressupost d'aquesta empresa va ser el que vaig escollir.

5. TEMPS D'AMORTITZACIÓ:

5.1 De les millors realitzades per l'estalvi en calefacció i despeses elèctriques de les bombes de calor

A la taula 5 i amb la seva gràfica n°7 podem veure clarament quin és el temps d'amortització dels costos de la millora.

Anualment les despeses energètiques elèctriques dels aires condicionats ens suposen 1930,37 euros i les de la calefacció 5136,41 euros. Si no tinguéssim cap objectiu de dur a terme una millora per poder reduir aquestes despeses anualment s'aniria sumant unes expenses similars a les mitjanes del 2009 esmentades, més el tant per cent que cada any fa augmentar les factures. L'electricitat, com més a dalt podem visualitzar a la gràfica, cada any augmenta el seu preu i això provoca que les nostres despeses dels aires es vagin encarint. A més, si parlem del petroli, últimament també s'ha encarit el preu del litre a l'estranger. Això tingué un gran efecte a Espanya ja que és una matèria primera que dóna una gran vida a la industrialització, usos domèstics... i les factures també han patit una pujança. Per tant, cada any ens aniríem gastant més dels 7066,8 euros pagats durant el 2009.

Ara bé, els nostres càlculs ens han afirmat que amb la millora proposada ens podríem estalviar un 20% de les pèrdues de calor a través dels vidres, llavors, això ens indica que si instal·lem el doble vidre amb vinil hauríem de pagar un 20% menys per mantenir el centre amb les mateixes condicions actuals, simplement reduiríem a les factures l'energia que estem donant actualment a l'exterior sense cap fi.

A la gràfica n°7 podem veure representades les dues rectes de despeses anuals, una d'elles mostra aproximadament les expenses actuals i l'altra, que s'inicialitza amb un cost de 19260 euros (pressupost de millora), representaria les expenses anuals un cop realitzat el nostre projecte. Per amortitzar el cost del nostre projecte de millora hauria de passar un temps de 14 anys, això significa que si durant el 2011 es comencessin a fer les reformes cap el 2024 ja s'haurien amortitzat.

Estudi de la gràfica:

La recta de les despeses sense millora sempre avança amb un pendent més elevat en comparació amb l'altra, això significa que la quantitat d'euros que s'ha de pagar cada any, tal i com està el centre, és més gran que l'altra. Això bé donat perquè en aquesta última se n'ha rebaixat un 20% gràcies al projecte. A mesura que ens anem acostant cap el 2014 les rectes canvien el seu ordre, ara serà la recta sense millora la que tindrà unes expenses superiors a la recta amb millora, tot el contrari a l'inici, on

la recta millora començava amb una despesa major duta a terme per el cost de la nostra proposta de reforma. Hem pogut comprovar que és un projecte eficaç. El seu temps d'amortització no és gaire llarg ni curt, és un període de temps adequat pel tipus d'establiment en el qual estem treballant. No estem parlant de fer una millora en un habitatge que d'aquí dos anys serà venut sinó de fer-ho en un centre públic al qual li queden molts anys de funcionament, molts més dels que trigarà en amortitzar les despeses de millora.

**TEMPS
D'AMORTITZACIÓ:**

ANYS	SENSE MILLORA	AMB LA MILLORA
	(euros)	(euros)
2011	7066,78	24913,43
2012	14133,56	30566,73
2013	21200,34	36220,03
2014	28267,12	41873,33
2015	35333,9	47526,63
2016	42400,68	53179,93
2017	49467,46	58833,23
2018	56534,24	64486,53
2019	63601,02	70139,83
2020	70667,8	75793,13
2021	77734,58	81446,43
2022	84801,36	87099,73
2023	91868,14	92753,03
2024	98934,92	98406,33
2025	106001,7	104059,63
2026	113068,48	109712,93
2027	120135,26	115366,23
2028	127202,04	121019,53
2029	134268,82	126672,83
2030	141335,6	132326,13
2031	148402,38	137979,43
2032	155469,16	143632,73
2033	162535,94	149286,03
2034	169602,72	154939,33
2035	176669,5	160592,63

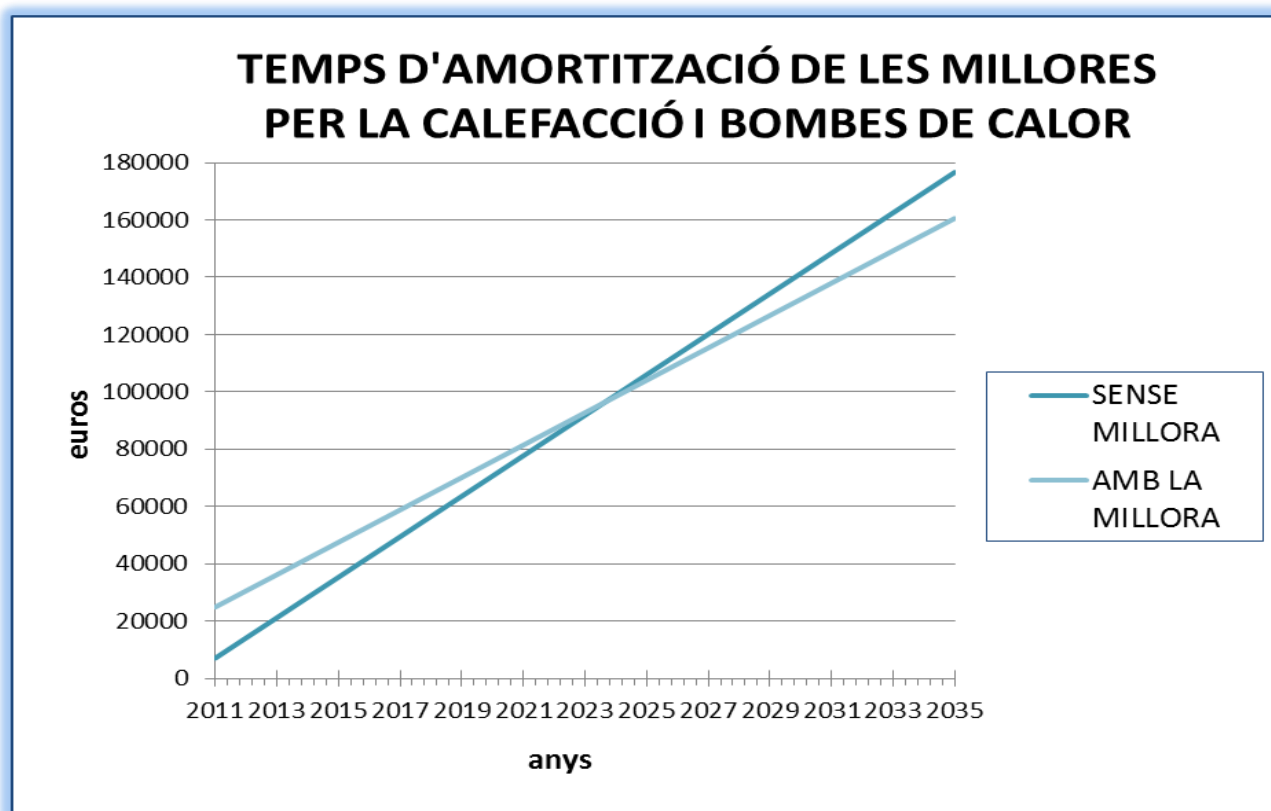
COLUMNA (SENSE MILLORA): en aquesta columna es va sumant les despeses que hi hauria cada any seguint les mitjanes del 2009, per tant es va sumant les despeses energètiques elèctriques consumides pels aires condicionats (1930,37 euros) més les despeses energètiques del gasoil consumides per la calefacció (5136,41 euros), així successivament cada any.

COLUMNA (AMB MILLORA): en aquest columna es van sumant les despeses que hi hauria cada any, reduint-li el tant per cent corresponent de la millora feta, més el pressupost per elaborar la millora desitjada.

Amb la nova instal·lació de doble vidre amb vinil i cambra d'aire ens estalviem un 20% de les pèrdues de calor, és per això que per mantenir les mateixes condicions que tenim actualment ens podrem estalviar un 20% de les despeses i a la vegada una millora de confort a les àrees de treball.

El pressupost de la millora que volem realitzar puja a 19269 euros (especificat en l'apartat 4.1).

GRÀFIC 7



5.2 De les millores lumíniques

A la taula 6 i amb la seva gràfica n°8 podem veure clarament quin és el temps d'amortització dels costos de la millora.

Anualment les despeses energètiques elèctriques lumíniques ens suposen 6830,71 euros. Si no tinguéssim cap objectiu de dur a terme una millora per poder reduir aquestes despeses anualment s'aniria sumant unes expenses similars a les mitjanes del 2009 esmentades, més el tant per cent que cada any fa augmentar les factures a causa de la pujada de preu de l'electricitat. Per tant, cada any ens aniríem gastant més dels 6830,71 euros pagats pel funcionament lumínic necessari del centre

durant el 2009.

Ara bé, els nostres càlculs ens han afirmat que amb la millora proposada ens podríem estalviar fins un 40% de pèrdues per l'absorció de les parets, llavors, això ens indica que si pintéssim tots els sostres del centre blancs ens podríem estalviar fins un 40% i mantindríem el centre amb les mateixes condicions de il·luminació actuals, considerades com un nivell d'il·luminació adequat per les aules. Senzillament reduiríem a les factures el 40% d'energia lumínica que actualment estem donant de més sense cap fi, perquè és la que és absorbida pels sostre i les parets de més..

A la gràfica de n°8 podem veure representades les dues rectes de despeses anuals, una d'elles mostra aproximadament les expenses actuals i l'altre, que s'inicialitza amb un cost de 5603,48 euros (pressupost de millora), representaria les expenses anuals un cop realitzat el nostre projecte. Per amortitzar el cost del nostre projecte de millora hauria de passar un temps de 4 anys.

Estudi de la gràfica:

Com es pot veure el pendent de la recta sense millora és molt més gran que l'altre. En pocs anys acaba atrapant-la i amortitzant les despeses efectuades pel projecte de millora, qual cosa ens indica que hi ha molta més diferència de cales entre les dos factures, actual i millorada, que no pas amb el pressupost que nosaltres tenim per fer això possible. A partir d'aquí es pot veure clarament que no estem parlant d'una millora sense futur sinó d'un projecte amb el qual ens podríem estalviar molt, l'exemple està si mirem les despeses que hauríem gastat el 2025, la diferència entre les dues és considerable, vindrien a ser 16254,74 euros que són possibles d'estalviar-nos en tan sols 15 anys.

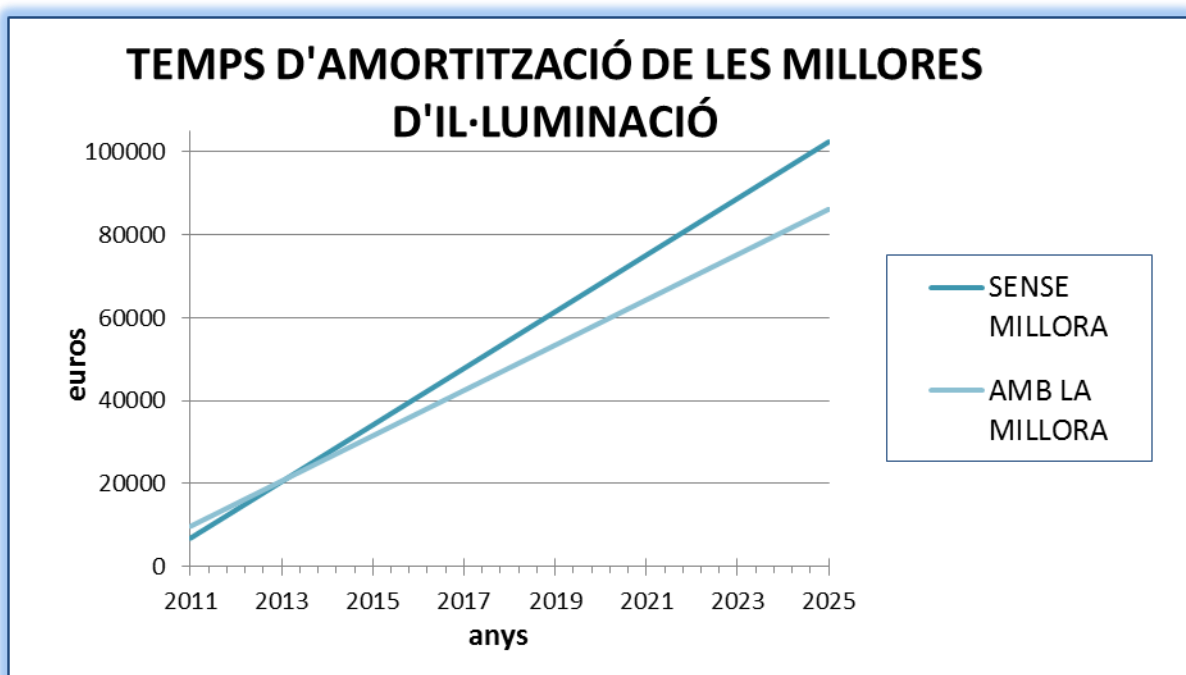
TEMPS D'AMORTITZACIÓ:

ANYS	SENSE MILLO-	AMB LA MILLORA
	RA (euros)	(euros)
2011	6830,71	9701,91
2012	13661,42	15166,48
2013	20492,13	20631,05
2014	27322,84	26095,62
2015	34153,55	31560,19
2016	40984,26	37024,76
2017	47814,97	42489,33
2018	54645,68	47953,9
2019	61476,39	53418,47
2020	68307,1	58883,04
2021	75137,81	64347,61
2022	81968,52	69812,18
2023	88799,23	75276,75
2024	95629,94	80741,32
2025	102460,65	86205,89

COLUMNA (SENSE MILLORA): en aquesta columna es van sumant les despeses energètiques elèctriques mitjanes de l'enllumenat calculades a partir de les factures d'electricitat de l'any 2009, per tant 6830,71 euros cada any.

COLUMNA (AB MILLORA): en aquesta columna es van sumant les despeses energètiques elèctriques de l'enllumenat, igual que a l'anterior però amb la diferència que aquí li apliquem una reducció gràcies a la millora feta i mantenint les mateixes condicions actuals, per tant: als 6830,71 euros anuals li restem un 40%, així hauríem de pagar 4098,43 euros i sumar-li 5603,48 que és el preu que ens suposa pintar tots els sostres de les 24 classes que equivalen a 1400,8 m².

GRÀFIC 8



6. PLÀNOL DEL CENTRE

AULES
EDIFICI
PRINCIPAL

CARRER ARAGÓ / PLAÇA DEL SURO

PATI 1 Pistes i cantina

2n PIS

Lab. Química 210	Dep CN-FQ 209	Lab. C.N. VID/DVD 208	Lab. Física CANÓ/PANTALLA 207	Aula VID/DVD 206	escala W.C.	INF2 VID/DVD 203	DIB 202	INF1 201
----------------------------	----------------------------	------------------------------------	--	-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	-------------------	--------------------

205 204

1r PIS

E1A VID/DVD 110	E1B DVD 109	E1E DVD 108	E1F DVD 107	E2C DVD 106	escala W.C.	E2E DVD 103	E2B DVD 102	E2A VID/DVD 101
------------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	------------------------------	--------------------------	--------------------------	------------------------------

105 104

PLANTA BAIXA

E4E/ASS 1 DVD 010	E4F/ASS 2 DVD 009	E3A DVD 008	E3B VID/DVD 007	E3E DVD 006	escala W.C.	Aula Oberta 2n DVD 003	USEE DVD 002	BIBLIOTECA 001 **
-----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------	------------------------------	--------------------------	------------------------------	-------------------------------------	---------------------------	-----------------------------

005 004

** Ascensor 052

ZONA DE TALLERS

ZONA PATI DE LES PALMERES

**PA
TI
2
MO
TO
S
I
BIC
ICL
ETE
S**

E4A/CA I VID/DVD CANÓ/PANTALLA	E4B/SMX DVD CANÓ/PANTALLA 012
B1A/CA I DVD CANÓ/PANTALLA 013	B1B/ASS1 DVD 014
B2A/ASS2 CANÓ/PANTALLA DVD 015	B2B/SMX CANÓ/PANTALLA VID/DVD 016
D.TEC 017	
TS2 019 119	TS1 DVD 020 120
SMX/E4D DVD 021	A.Oberta 3r (TS3) VID/DVD 022
CFST CANÓ/PANTALLA VID/DVD 023	D.CF S 024
	W.C. 025 026

053
SALA DE GUÀRDIA 054

PATI 3

E3F VID/DVD 037	Pat i de les palmeres	SALA PROFES 039
E2F DVD 036		D. ID 040
Aula d'Acollida VID/DVD 034 / 035		D.MA-EC-DI 041
D. GH-MU-FI-LT 033 032		D. LE-EF 042
VESTIDORS 029 030 031	S3GIM NÀS 038	D. CT 043
EAP 028		CAP D'ESTUDIS 044
	CONSERGERIA 050	W.C.045 Sec 046
AUDIOVISUALS VID/DVD 027		SECRETARIA 047 S4
	ENTRADA	EAP/P S 048 DIR 049
		Casa Conserge 051

7. CONCLUSIONS DEL TREBALL

Acabant aquest treball, després de moltes hores de feina, només em falta contestar les preguntes que em vaig formular en un principi, esmentades a la introducció, que són pràcticament a les conclusions que he pogut arribar. Com ja vaig dir aquest treball es basa en tenir molta constància per poder arribar a afirmar o refusar el projecte proposat.

Serà una bona proposta el doble vidre amb vinil per reduir les pèrdues de calor a l'hivern i els guanys a l'estiu, que creus?

Amb la instal·lació actual de vidre senzill tenim unes pèrdues de 61784 Kwh i si duguéssim a terme el projecte proposat les pèrdues per hora baixarien fins a 49932 Kwh. Si ho mirem ens podem estalviar fins un 20% de les pèrdues que tenim actualment, per tant seria bo poder dur a terme aquesta millora.

Bona visualització de les pissarres?

Amb la nova instal·lació gràcies al vinil podrem gaudir d'una visualització correcta de les nostres pissarres. Actualment les aules encarades cap a la banda est pateixen una gran quantitat de reflexos solars en les pissarres blanques que provoca que els alumnes hagin de tancar les cortines per poder gaudir d'una bona visualització. El vinil ens permetrà que el Sol no reflecteixi en les superfícies de l'aula, com a la pissarra, i a la vegada podrem obtenir la mateixa il·luminació de l'exterior que actualment sense la millora feta.

Podrem gaudir de l'escalfor del Sol dins les aules?

Un cop feta la millora les cortines de l'aula ja podran estar sempre obertes que amb el vinil no hi haurà l'inconvenient que hem comentat en la pregunta anterior, d'aquesta manera gaudirem del calor emès pel Sol que penetrarà a través del doble vidre amb vinil. El guany de calor serà molt més petit que actualment amb vidre senzill, però tot i així farà augmentar la temperatura interior.

Milloraran les condicions de confort a les aules?

Amb la nova millora el confort a les aules agafarà més prestigi. Gràcies al parell de reformes tindrem un conjunt d'avantatges, a part de les relacionades amb la disminució de les despeses, ara com: a l'hivern no notarem tant aquella sensació de fred que ens entra per les finestres constantment, la llum exterior ens proporcionarà una millora en la nostra visualització a l'hora de treballar... a més a més l'escalfor dins l'aula i la visualització de les pissarres farà que la sensació de benestar a l'hora de treballar sigui més bona.

Més il·luminació pagant menys?

Allò que un principi semblava poc fiable dóna molt de sí. Pintant només els sostres de color blanc, que ja en fariem més que suficient perquè: $\frac{1}{4}$ de les parets son blanques, $\frac{1}{4}$ és pissarra, $\frac{1}{4}$ està cobert per finestres amb els seus marcs de fusta i les portes, i l'altre $\frac{1}{4}$ és d'obra vista. Per tant no ens seria útil realitzar la millora a les parets, sinó que únicament al sostre. Així doncs amb aquest canvi ens podríem estalviar fins un 40% de les llums enceses per obtenir els mateixa luminància que actualment. Les factures anuals de les llums, aproximadament 6831 euros, també baixarien fins un 40%.

Obtindrem un pressupost just per un bon temps d'amortització?

Els pressupostos definitius han sigut els més assequibles possibles, fins i tot en els que he pogut (col·locació de vinil i tira de cautxú) els he elaborat jo mateixa. El temps d'amortització de ambdues millores ha sigut força bo, ens dóna un període de 14 anys per les millora de les finestres i 4 anys per l'enllumenat. Podem veure que aquest projecte seria un mètode força assequible per millorar les condicions actuals, a més com ja vaig comentar el temps d'amortització no representarà cap obstacle per poder dur a terme les nostres idees de millora ja que estem parlant d'un centre que li queden més de 50 anys de vida escolar.

Vosaltres creieu que aquest projecte seria possible portar-ho a terme a l'institut per millorar les condicions de treball?

Sí. Si anem seguint totes les condicions que hauria de tindre qualsevol millora que es volgués dur a terme dins l'institut aquest projecte compleix tots els requisits, si que podríem fer unes millores més

bones amb les quals reduirien molt les despeses però ens suposarien molt cares (finestres d'alumini amb doble vidre, plaques solars, reixes a les parets...); no seguiríem l'arquitectura inicial (finestres d'alumini); segurament no es portarien a terme ja que no hi ha masses escoles que gaudeixin d'aquest serveis, tan sols les que van construït noves (plaques solars)... tots aquests contres esmentats són suprimits per la nostra idea de projecte. Llavors, jo crec que aquesta recopilació de dades i estudis a més a més de mirar-s'ho com un treball es podria mirar com un estudi elaborat amb coherència que compleix tots els requisits imprescindibles, per tant, es podria fer possible a la pràctica.

En definitiva estic força contenta del que obtingut com a treball. He pogut afirmar la meua hipòtesi i demostrar-la amb avantatges i desavantatges i comparar-la amb altres. Crec que és un bon treball de recerca, tal i com indica el nom *Recerca*, ja que no tracta d'un tema del qual he pogut treure la informació d'internet, és un tema que l'he estructurat, l'he pensat, l'he elaborat i redactat jo mateixa. A més haig de dir que no és un treball fàcil a fer, es posa en unes dates on no hi ha molt de temps per dedicar-li estona: a l'estiu es treballa, almenys parlo per mi, i a l'iniciar el curs comences amb exàmens, lectures, redaccions... i vas veient com el temps se't cau a sobre i ni té n'adones, però ara ja està: 7/01/11 he acabat de redactar tot el meu procediment de recerca d'informació, el qual vaig començar a elaborar a partir de l'Agost.

8. BIBLIOGRAFIA

Pàgines Web:

- Informació de vinils:

https://www.goodfellow.com/ewdphp/catalogue/GFRandDU.php?Indexsearch=CV31*_Pelicula~S

- Temperatures interiors dels llocs de treball:

<http://portaldisseny.ibv.org/factoreshumanos/verficha.asp?ficha=309>

- Conductivitat tèrmica: <http://www.plasticbags.com/caracteristicaspvc.html>

- Preus dels vinils i làmines: http://www.alcodori.es/Vinilo_adhesivo_laminado.html

- Informació de vinils: www.laminotech.es

- Preu Vinils i explicacions: <http://www.absoluterprotecsol.com/lamantisolares.htm>

- Contactes per e-mail amb absoluterprotecsol: info@absoluterprotecsol.com

- Explicació de la col·locació de vinils: <http://www.dmedia.net/vinilo/colocacion.html>

- Pressupostos de pintors: http://pinturas-decoraciones.es/Gerona_Cataluna/

- Qüestions sobre vinils: <http://www.vinyling.com/preguntas.php>

- Notícies sobre la pujada de la llum: <http://www.rtve.es/mediateca/videos/20101227/luz-subira-enero-casi-10-para-17-millones-usuarios-domesticos/974840.shtml>

- Escoles a Catalunya amb plaques solars: <http://www.sindicat.net/n.php?n=6591>

- Temperatures anuals: <http://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=216>

- Informació Fluorescents: http://www.osram.es/osram_es/

- Nivells d'il·luminació: http://www10.gencat.cat/sac/AppJava/servei_fitxa.jsp?codi=12441

- Il·luminació adequada a les aules: http://edison.upc.edu/curs/llum/interior/iluint1.html#al_gen

- Fluorescents LED's: <http://desenchufados.net/tubos-fluorescentes-de-leds-imagenes-e-instalacion/>

- Comparativa de fluorescents: http://www.quiminet.com/ar4/ar_vcdzgtbcBuadvc-comparacion-entre-las-lamparas-fluorescentes-y-las-de-led-s.htm

- PDF, informació dels lúmens als fluorescents OSRAM:

http://www.osram.com.ar/osram_ar/Productos_Profesional/Iluminacion_general/Lamparas_fluorescentes/osram_fh.pdf

- http://ca.wikipedia.org/wiki/Llum_fluorescent

Contactes directes amb les següents empreses:

- Cristalleries St.Antoni

Joan Marqués Ramos

Av. Catalunya, 67 Baixos

St. Antoni de Calonge 17252 (Girona)

- D-TALL Cristalleries

C/Ramon Cases, 3 Baixos

17252 St.Antoni de Calonge (Girona)

e-mail: dtallcristaller@telefonica.cat

- Enric Llaster

Pintures industrial i decorativa

Palamós 17230 (Girona)

e-mail: enricllf@hotmail.com

tel: 669164707

- Rètols Futura

Pol.Ind.Sant Joan de Palamós

Nau 25 – 17230 Palamós (Girona)

Tel: 972601101

e-mail: info@retolsfutura.com

9. AGRAÏMENTS

Finalment volia agrair a tots aquells que m'han permès realitzar el treball, ja perquè m'han facilitat material com les secretaries del institut o bé perquè m'han ajudat en qualsevol dubte que he tingut i he pogut realitzar tal i com volia el meu treball (Antoni Ferrer). I per últim també agrair a Protecsol Franquicias que m'han facilitat molta informació i a totes les empreses que han tingut la paciència per escoltar-me i elaborar els pressupostos. Moltes gràcies!